

UNIVERSIDAD COMPLUTENSE DE MADRID

FACULTAD DE MEDICINA

Departamento de Anatomía y Embriología Humana II



TESIS DOCTORAL

Lesiones acumulativas por microtraumatismos de repetición en el ballet

MEMORIA PARA OPTAR AL GRADO DE DOCTOR

PRESENTADA POR

Francisco José Sobrino Serrano

Directores

Pedro Guillén García
Crótida de la Cuadra Blanco
Emilio Calvo Heranz

Madrid, 2014



*Universidad Complutense
Facultad de Medicina
Dpto. de Anatomía y Embriología Humana II*

Lesiones acumulativas por microtraumatismos de repetición en el ballet

Memoria presentada para optar al grado de doctor por:

Francisco José SOBRINO SERRANO

Bajo la dirección de los doctores:

*Dr. Pedro Guillén García
Dra. Crótida de la Cuadra Blanco
Dr. Emilio Calvo Herranz*



DEPARTAMENTO DE ANATOMÍA Y EMBRIOLOGÍA HUMANA II

Facultad de Medicina – Pabellón 6-2ª planta

28040 Ciudad Universitaria (Madrid)

Teléfono 91 394 13 39 – Fax 91 394 19 39

D. JOSE RAMÓN MÉRIDA VELASCO, DIRECTOR DEL DEPARTAMENTO DE ANATOMÍA Y EMBRIOLOGÍA HUMANA II DE LA FACULTAD DE MEDICINA DE LA UNIVERSIDAD COMPLUTENSE DE MADRID.

HACE CONSTAR: Que el Consejo del Departamento de Anatomía y Embriología Humana II acordó en su pasada reunión del día 30 de junio de 2013, que el trabajo de investigación base de Tesis Doctoral titulado: ***“Lesiones acumulativas por microtraumatismos de repetición en el ballet”*** realizado por el Licenciado **D. FRANCISCO JOSÉ SOBRINO SERRANO**, reúne todas y cada una de las consideraciones exigidas por Norma y Ley para su lectura, enjuiciamiento y valoración a fin de obtener el Grado de Doctor.

Dado en Madrid, a 15 de julio de 2013.

Fdo.: Prof. José R. Mérida Velasco



UCAM
UNIVERSIDAD CATÓLICA
SAN ANTONIO

D. PEDRO GUILLÉN GARCÍA, DIRECTOR DE LA CÁTEDRA
DE TRAUMATOLOGÍA DEL DEPORTE DE LA UNIVERSIDAD
CATÓLICA SAN ANTONIO DE MURCIA.

CERTIFICA: Que el trabajo de Investigación, base de Tesis Doctoral
titulado: “*Lesiones acumulativas por microtraumatismos de
repetición en el ballet*”, ha sido realizado bajo mi dirección, por **D.
FRANCISCO JOSÉ SOBRINO SERRANO**, y reúne a mi juicio las
condiciones de originalidad y contenido científico suficiente para optar al
grado de Doctor.

Dado en Madrid, a 15 de julio de 2013.

Fdo: Prof. P. Guillén García



DEPARTAMENTO DE ANATOMÍA Y EMBRIOLOGÍA HUMANA II

Facultad de Medicina – Pabellón 6-2ª planta
28040 Ciudad Universitaria (Madrid)
Teléfono 91 394 13 39 – Fax 91 394 19 39

Dña. CRÓTIDA DE LA CUADRA BLANCO, PROFESOR
TITULAR DEL DEPARTAMENTO DE ANATOMÍA Y
EMBRIOLOGÍA HUMANA DE LA FACULTAD DE MEDICINA
DE LA UNIVERSIDAD COMPLUTENSE DE MADRID.

CERTIFICA: Que el trabajo de Investigación, base de Tesis Doctoral
titulado: ***“Lesiones acumulativas por microtraumatismos de
repetición en el ballet”***, ha sido realizado bajo mi dirección, por **D.
FRANCISCO JOSÉ SOBRINO SERRANO**, y reúne a mi juicio las
condiciones de originalidad y contenido científico suficiente para optar al
grado de Doctor.

Dado en Madrid, a 15 de julio de 2013.

Fdo: Profa. C. de la Cuadra Blanco



DEPARTAMENTO DE ANATOMÍA Y EMBRIOLOGÍA HUMANA II

Facultad de Medicina – Pabellón 6-2ª planta
28040 Ciudad Universitaria (Madrid)
Teléfono 91 394 13 39 – Fax 91 394 19 39

D. EMILIO CALVO HERRANZ, PROFESOR ASOCIADO DEL
DEPARTAMENTO DE ANATOMÍA Y EMBRIOLOGÍA
HUMANA DE LA FACULTAD DE MEDICINA DE LA
UNIVERSIDAD COMPLUTENSE DE MADRID.

CERTIFICA: Que el trabajo de Investigación, base de Tesis Doctoral
titulado: “*Lesiones acumulativas por microtraumatismos de
repetición en el ballet*”, ha sido realizado bajo mi dirección, por **D.
FRANCISCO JOSÉ SOBRINO SERRANO**, y reúne a mi juicio las
condiciones de originalidad y contenido científico suficiente para optar al
grado de Doctor.

Dado en Madrid, a 15 de julio de 2013.

Fdo: E. Calvo Herranz

A mis padres, a los que debo todo por su ejemplo, su esfuerzo, y la educación y valores que me han transmitido.

Agradecimientos

Al Profesor Dr. Pedro Guillén García, Jefe y maestro, por todas sus enseñanzas profesionales y personales, y por su disponibilidad permanente. Me conocí tras una lesión grave de rodilla *“como un joven deportista roto”*, y a su lado comprendí que *“el que no intenta ser mejor pronto deja de ser bueno”*.

A la Profesora Dra. Crótida De la Cuadra Blanco, por su guía y supervisión científica imprescindible para el desarrollo y la consecución de esta tesis, y al Dr. Emilio Calvo Herranz, por su tiempo, y su colaboración y ayuda, necesarias para poder finalizar este trabajo.

Al Profesor Dr. Ramón Mérida Velasco, por su generosa colaboración y sus facilidades para que esta tesis haya podido finalizarse, haciendo extensivo mi agradecimiento a todos los profesionales que integran el Departamento de Anatomía Humana II, de la Facultad de Medicina de la Universidad Complutense de Madrid.

A la Dra. Mariana Isabel Vargas Román, por su dedicación y experta e inestimable ayuda en el análisis estadístico de los resultados de este estudio, y al Dr. José Manuel Díaz Olaya, por su orientación y colaboración en el desarrollo y aplicación de los criterios epidemiológicos del trabajo científico. Ambos pertenecientes a Madrid Salud, quiero mostrar también mi agradecimiento a sus responsables, así como a los integrantes de su Unidad de Comunicación y los de la Secretaría de Departamento y Jefaturas de Unidad del Departamento de Salud Laboral.

Al Dr. Carlos Revilla (†), por su ayuda y apoyo en la planificación inicial de esta tesis.

A Fremap Mutua de Accidentes de Trabajo y a sus responsables, por sus facilidades y su imprescindible colaboración que ha posibilitado a través de su infraestructura y recursos, la obtención de los datos necesarios para el desarrollo de esta tesis.

A mis compañeros de los Servicios de Traumatología, Rehabilitación, Radiología, Documentación, y al resto de médicos, fisioterapeutas y ATS que han colaborado en el diagnóstico, tratamiento y la reincorporación efectiva de los profesionales objeto de este estudio, muy especialmente a los que me han ayudado, apoyado y confiado en mí durante todos estos años.

A las distintas Compañías profesionales y Academias de ballet aficionado, por su colaboración, participación e interés en el desarrollo de mis actividades científicas relacionadas con el ballet.

A los bailarines profesionales y aficionados que durante todos estos años han confiado en mí profesionalmente y han permitido la realización de este estudio de investigación

A mi esposa Beatriz, por su apoyo y por sus enseñanzas profesionales, que me permitieron introducirme en la técnica de la danza, y de este modo comprender mejor la técnica y la biomecánica de esta actividad atlética así como el mecanismo de producción de las diferentes lesiones.

A mis hijas, Laura, Beatriz y Sofía, por el estímulo personal que significan, y por su comprensión con el tiempo, que por mi actividad profesional y el dedicado a la consecución de esta tesis, no he podido dedicarlas durante todos estos años.

Finalmente, quiero mostrar mi más sincero agradecimiento a mis padres y un profundo recuerdo a mi padre, un hombre vitalista y humano, inteligente y sensato, cuyas enseñanzas y honestidad significan un ejemplo en mi vida.

INDICE

Summary	1
Introducción	10
Hipótesis de trabajo	82
Objetivos	83
Material y método	84
Resultados	96
Discusión	145
Conclusiones	171
Referencias bibliográficas	172

SUMMARY

1.- Introduction

Although currently described to the three most important ballet discipline in the international field are classical ballet, contemporary ballet and neoclassical ballet, in Spain also what is the Spanish ballet

These four ballet disciplines, are mainly based on the knowledge and the good performance of classical ballet, which also makes up a huge part of it's structure, up to the point that most contemporary ballet schools from all over the world require this knowledge to be accepted. However specific injuries are attributed to each type of dance (*Sobrino y Guillén, 1996; Lozano y cols, 2010*).

From decades, the authors has agreed that the professional dancer can be considered as an elite athlete. Thus, in both ballet and sports, we can find two types of musculoskeletal disorders:

Traumatic injuries: Of sudden and acute nature, and generally due to accidents.

Cumulative or not traumatic injuries: Disruption due to repeated or cumulative actions, of slow and gradual establishment and due to the exposure to repetitive *microtrauma*.

These cumulative injuries, are to which we refer in this paper, sport-specific injuries in general and of each athletic activity in which they occur, as in this case the *ballet*.

Exposure related to microtrauma of repetition, also known as cumulative trauma disorders, repetitive strain injuries or repetitive motion disorders. Were described for the first time in sport in 1968 (*Slocum & James, 1968*), to define organic injuries "from the inside", different from the traumatic injuries and related to poor planning and execution of trainings, the bad implementation of the specific technique of each sport, or a repetition in the actions with a prolonged timed exposition and with an inadequate recovery. Sometimes, also due to forced positions in which it also plays part a poor fatigue recovery, key element to suitably understand these disruptions in which pain is a key factor and which are more present in the most technical sports.

With these general considerations, we set our working hypothesis and objectives to achieve.

2.- Hypothesis

Cumulative injuries due to exposure to repetitive microtrauma, are the most common in professional practice as the Ballet athletic activities that require a precise technique and numerous repetitions of various movements and specific technical gestures, skill to acquire enough in its execution, with specific differences, especially in terms of discipline, gender, age and / or professional experience.

With these considerations, and in order to prevent it, and thereby avoid or at least limit their appearance, it will be essential to know that in Ballet, identity and cumulative prevalence of this injuries that occur as a consequence of the practice of this activity and of the relevant disciplines that integrate in Spain, and their differences in terms of discipline, gender, age and / or length of service

3.- Objectives

3.1.-General

Determine the prevalence of the cumulative injuries by repeated microtruma in ballet.

3.2.-Specific

3.2.1.- Determine the global prevalence and prevalence by discipline and gender differentiated, for clinical diagnosis, anatomical location and injured tissue.

3.2.2.- Determine the prevalence of these injuries based on the age and /or professional seniority.

4.- Material and method

Cross-sectional study conducted between January 1, 2005 and October 10, 2010, on the injuries sustained by professional dancers from different Spanish companies practicing the disciplines of classical, contemporary, neoclassical and Spanish ballet.

*In this paper, the definition of **injury** refers to those musculoskeletal disorders that are being produced because the professional practice ballet, that either by pain, impairment or disability requiring specialized medical evaluation, informed consent. All professional dancers who claimed our health actions in this period of time on the *Fremap Traumatology Service, Mutual of occupational accidents and professional diseases number 61 in Madrid.**

The statistical analysis of the results was performed using the software Statistical Package for Social Sciences (SPSS) version 17.0. In the hypothesis testing that were raised the null hypothesis is rejected if the value "p" associated was ≤ 0.05 , considering in this case ($p < 0.05$) than that enjoyed finding conventional statistical significance, discarding differences could be justified only by chance.

For the recording of different references, this was done through the program EndnoteWeb, Web of Knowledge, Thomson Reuters, available at <http://www.myendnoteweb.com/EndnoteWeb.html>

Finally, and acting according to the code of ethics and in terms of the current legislation on data protection, Organic Law 15/1999, of December 13, Protection of Personal Data,

informed consent was sought for all professionals who consulted for the assessment, diagnosis and treatment of the injuries sustained, not used in any case, the name or any other documentation that would serve to identify any of the dancers belonging to this sample.

5.- Results

In relation to the objectives and the methodology described, in the time period of the study there were objectified a **total of 486 injuries** in a population of **145 professional dancers**, equivalent to **3, 351 injuries / dancer** during this period, with a significant prevalence regarding the pathogenesis of cumulative injuries by repetitive microtrauma ($p < 0.0001$, according to the X^2 test), which reached **75.31% in this sample (366 lesions)**, slightly higher in women (75, 9%). However, no statistical significance observed with regard to gender and therefore *without objectifying influence of gender on the occurrence of these injuries, aiming no influence of age or seniority at the onset of acute or cumulative injuries*.

We focused on an analysis of the injuries prevalence observed by both clinical entity as injured tissue and anatomical location, global and differentiated disciplines and sexes.

For disciplines, and in general, *we observed a statistically significant difference in the prevalence of cumulative injuries compared to other injuries, both for the overall sample and by sex ($p = 0.01$, as calculated by X^2), highlighting cumulative injury prevalence among women in classical and the men in contemporary ballet markedly higher than expected*.

Regarding the prevalence of **cumulative injuries depending on the clinical entity** we check that the **first clinical entity** in this sample of professionals and globally, was the **femoro-patellar syndrome** (8.2%), followed in prevalence in that order for the **Achilles tendinopathy** (6.8%), **patellar tendinopathy** (5.2%) and **mechanical low back pain** (5.2%).

As for sex, we could indicate that in **women** and after **femoro-patellar syndrome** (9.7%), the second entity was mechanical low back pain prevalence (5.6%) and subsequently in this order, Achilles tendinopathy (5.1%) and patellar tendinopathy (4.6%). **In men** were different clinical entities, being the most prevalent **Achilles tendinopathy** (8.8%), followed by this order, overload joint mechanics of the metatarsophalangeal joint of the big toe (7%), femoral-patella syndrome (6.4%) and patellar tendinopathy (5.8%).

Nevertheless, it should be noted after that analysis, *the existence of clinical entities that had a prevalence with a marked increase in the basis of sex*. This was the case of **rotator cuff tendinopathy or overloading of the metatarsophalangeal joint of the great toe in men**, or **stress fractures of the base of the second metatarsal in women**.

For disciplines we check the existence of a significantly higher prevalence than expected: in **classical ballet** with femoro-patellar pathology and bone stress phenomena in leg and foot; **in contemporary ballet** with shoulder pain, knee chondropathy and mechanical joint overload of the ankle and foot; **in Spanish ballet** with injuries muscle thigh adductor group, cervical pain and back pain; finding no such findings in the distribution of prevalence in the discipline of **neoclassical ballet**.

With regard to the prevalence of cumulative injuries according to **anatomic location**, generally objectify, to compare the prevalence of these injuries each other anatomic sites, a *statistically significant difference ($p < 0.0001$, as calculated by the X^2) in the distribution of prevalence by anatomic location*, aiming a higher prevalence of **spinal injuries** (20.5%), **ankle** (19.9%), **knee** (18%) and **foot** (14.8%) in that order with respect at other locations. *In*

men, the more anatomical location was affected ankle, highlighting in women an injury prevalence of hip very similar to the foot (14,4%).

For disciplines, also objectify to analyze the prevalence of all each other, a statistically significant difference ($p = 0.01$, as calculated by the X^2) with respect to the distribution of prevalences, ensuring that the most prevalent location of impact in classical ballet was the knee (27.6%), the spine in Spanish ballet (26.4%), and the ankle in contemporary (23,9%) and neoclassical ballet (26,7%).

Regarding the cumulative prevalence of injuries by **injured tissue**, the increased prevalence corresponded to the **joint structures** (45.6%), followed in that order by **tendinopathy** (29.5%), **muscle injury** (17, 8%) and **bone injury** (7.1%). In this regard, it showed a statistically significant ($p < 0.0001$, according to the calculation of X^2) in the distribution of prevalence injured tissue injuries all when compared with each other, by observing a higher prevalence than expected joint's injuries and tendon's injuries, and lower than expected muscle injuries and bone tissue.

To assess whether there was influence of age on the occurrence of cumulative injuries in this sample of professionals, we analyzed the prevalence of cumulative injuries in three age groups of population:

- Professional dancers with less professional experience, and with an age less than or equal to 21 years, didactic's so-called **New professionals**
- Professionals with more experience than the previous group aged between 22 and 31 years, defined as **Professional** didactically.
- Finally, those other professionals with an age equal or higher to 32 years and greater experience and / or professional seniority, denominated **Senior**.

In this regard, it should be noted the confirmation of a clear relationship between age and the length of service, objectified by demonstrating the existence of a statistically significant both in regard to the means of age in relation to the average professional age ($p < 0.0001$ in both cases, as calculated by Student's t test) in these age groups professionals to compare them. Thus it was observed that the **higher prevalence of cumulative injuries** globally in this sample was observed among **younger** (77.8%), although this was mostly in women (79.2%) as in men, the prevalence among new professionals (76,1%) and senior (76,2%) was similar.

With regard to the **prevalence of cumulative injuries by age group and clinical entity**, we saw some interesting findings. So, clinical entities as *femoro-patellar syndrome*, *os trigonum syndrome*, *patellar tendinopathy*, *stress fractures of the second metatarsal*, *the lateral snapping hip injuries or adductor muscles injuries*, in this sample had a higher prevalence in **new professionals** and with a tendency to be decreasing with age. *Achilles tendinopathy*, among others, maintained a similar prevalence at different stages, and others such as *chondropathy knee*, *lumbar disc disease* or *mechanical low back pain* had a prevalence appeared to increase with age and seniority to be more prevalent among the so-called **senior**. *Muscle injuries and discopathies of the cervical spine*, were more prevalent among the largest group and half old and middle age, the so-called professionals.

As for the **distribution of prevalence by anatomic location between these groups**, indicating a higher prevalence of ankle injuries among **new professionals**, spine and foot between so-called **professionals**, and hip and knee among senior. Also, in terms of the distribution of prevalence of cumulative injuries **injured tissue** function, we observed a higher prevalence of tendon and bone tissue with a tendency to decrease progressively with age and length of service among **new professionals**, just form opposite occurred with the

joint, where there was a progressive increase in injuries to reach the highest prevalence among the **so-called senior**. For *muscle injuries*, the prevalence was almost similar in the three different groups.

6.- Discussion

The scientific literature related with injuries in ballet is quite heterogeneous, aiming in many studies reviewed, the lack of specific diagnosis and an absence or lack of adequate and consistent definition of the term injury. Is also common, which are made through questionnaires or not described methodologically data collection, there nevertheless published studies like this, describing the history an exploration as the most important in this respect (*Byhring et al, 2002; Arendt et al, 2003; Negus et al, 2005; Gamboa et al, 2008; Rodriguez & Sanz, 2008; Leandersson et al, 2011*), which certainly improves the rigor and provide specific diagnosis.

One thing to note is that although the reference in the literature indicates that cumulative injuries in ballet are the most common, it is not easy to find specific studies on cumulative damage. In this regard, we have observed only two studies (*Bowling, 1989; Negus et al, 2005*), the first on British professional dancers classic and contemporary ballet, and the second on pre-professionals, which although providing results over anatomical location, which describe specific injury prevalence data for cumulative non-traumatic injuries.

In general, we have found in our sample a prevalence of 75,31%, these results being similar to those provided by most of the authors in the international literature reference (*Nilsson et al, 2001; Byhring et al, 2002; Hincapie & Morton, 2008; Leandersson et al, 2011, Allen et al, 2012*).

In relation to what has been noted by *Arendt (2003)*, we have observed that the number of injuries were here also slightly higher in women, there are also gender differences in the prevalence and localization of certain injuries, appearance and valued by *Leandersson (2011)*, which is logical given the often technical differences between men and women.

Furthermore, in this study there are not evidence of influence of age or seniority in cumulative injury occurrence, very important aspect which suggests the existence of other factors responsible for this type of cumulative injuries in ballet, mainly individual athletic activity and requires precise technique and repeated movements in its execution

Under these conditions, it's described in the literature that the main factor to consider (*Balius y Bailus 1986*), would be the altered biomechanical conditions of exercise, and with this consideration, both the repeatability of actions as the technique would have a specific role, although influencing greater or lesser extent depending on the anatomy and natural conditions and skill of each dancer, or even exposure to different environmental factors, issues outlined by different authors in the literature reference (*Reid, 1987, Milan, 1994; Howse, 2002; Nilsson et al, 2001; Byhring et al 2002; Arendt et al, 2003; Negus et al, 2005; Kadel, 2006; Gamboa et al, 2008; Echegoyen y cols, 2010; Albisetti et al, 2010*).

Another important aspect is related to the differences found between injuries according to the discipline practiced ballet. Thus, although there are studies that address differences between injuries according to the discipline practiced (*Hincapie et al, 2008; Echegoyen et al, 2010*), usually do specifically on a specific clinical entity or anatomical location (*Kadel, 2006; Lozano y cols, 2010*).

In this regard, it is noteworthy that in our study, the *classical ballet*, which is more structured discipline that requires a formal technique, which is more prevalent this cumulative injury, being followed in prevalence and in this order of *Spanish, neoclassical and contemporary disciplines* remain in principle also decreasing order of application of rules and technical limitations during the execution of the different exercises. This is more marked in women, who routinely perform exercises perhaps more static than men and with great technical requirement and great range of motion. In this connection, some studies described (*Sobrino y Guillén, 1996; Bronner et al, 2003; Kadel, 2006*) that the greatest number of cumulative injuries occur in rehearsals and choreography changes, that where technical gestures are repeated until technicians are brilliant in their execution, we should suggest that the repeatability of actions, greater when the technique is inadequate or has less talent, and lack of rest, are some of the most important factors to consider in the scoreboard cumulative prevalence of injuries in ballet.

With regard to the discussion of our results regarding the prevalence of injuries clinical entities, in our study and in ballet, **the femoro-patellar syndrome** or anterior pain in the knee, it means a clear example of cumulative injury by repetitive microtrauma. This syndrome is also considered by some authors (*Ivkovic et al, 2007*) probably, the most frequent pathology in sport. Furthermore, peripatellar pain was also the most frequent diagnosis in classical studies (*Rovere et al, 1983; Reid, 1988*) which indicated that this syndrome was more frequent in younger dancers, as we will look coincides with that obtained by us in this study. Some authors associate their greater frequency in women at increased weakness in the strength of abduction and external rotation of the hip (*Cichanowski et al, 2007*), being favored, as with other cumulative disorders, by decompensating mechanism used to achieve greater range of motion when not achieved naturally.

As for **patellar tendinopathy**, its prevalence is often remarkable, existing studies where even described as the most prevalent disease in the knee ballet (*Nilsson et al, 2001*).

Respecting to clinical entities affecting the **spine**, we have found that among them **mechanical low back pain**, fourth overall prevalence clinical entity in our sample. As it's happens with most of these cumulative injuries, there are important pathogenetic factors in the onset of low back pain. It has been found that decompensating mechanisms to achieve greater external rotation of the lower limbs en dehors, close to trunk extension movement in the ballet through arabesques and cambreés, provoke a anterior pelvic tilt and lumbar lordosis increasing overload posterior joints, being described by other authors to a 15.3% prevalence of low back pain in Spanish ballet (*Echegoyen y cols, 2010*), a value that is somewhat lower even objectified by us in this study, and in which we can also see that it is surpassed by that achieved for the contemporary discipline. Technical gestures described, would be responsible for the pain of cervical spine and thoracic spine common in the "*flamenco dancer*" (*Howse, 2002; Lozano y cols, 2008*). The importance of these conditions is also objective in other studies, which means that 44% of the analyzed dancers had suffered back pain at some point in his artistic life, compared to 6% cervical spine pain and 3% thoracic spine pain (*Lozano y cols, 2008*).

With regard to **Achilles tendinopathy**, common in sports and athletic activities such as ballet, largely require running and / or jumping, the data referred to in this study are similar to those reported by other authors that indicate a 9% (*Hillier et al, 2004*). In this sense are also expressed some others, when they indicate that in general, is the most prevalent disease in the foot of the dancer followed by plantar fasciitis (*Walls et al, 2010*), an aspect which, however, is not observed in a study between German companies pointing to the **flexor hallucis longus**

tendinopathy (HFL) as the most prevalent tendinopathy ahead of affecting the Achilles in the anatomy of the ankle-foot (*Arendt et al, 2003*).

For these data indicate that although the prevalence of heel pain and plantar fasciitis in our sample is not as representative as in other studies, however if noteworthy is the importance in our study of the flexor hallucis longus tendinopathy, which if not out for Achilles tendinopathy, first tendinopathy and cumulative first clinical entity in this anatomical region, represent the same paper that reported in studies of *Arendt*.

It is representative the role in our study of **cumulative overload pathology affecting the metatarsophalangeal joint of the big toe**, meaning global prevalence fifth entity, more in men which is the second, particularly in contemporary.

With regard to **stress fractures**, it is important to highlight the ones that affect the **base of the second metatarsal**, the most representative in the ballet by most authors (*O'Malley et al, 1996*), and with a marked increase in women, specially in classical ballet, but in any case with a less representative than shown in other studies (*Albisetti et al, 2010*), where even reach 12.6% in dancers who have not reached skeletal maturity. In addition, this described multifactorial origin, usually in women with amenorrhea, dietary disorders and osteopenia (*Nilsson et al, 2001; Kadel, 2006; Davidson et al, 2007*).

As for **snapping hip**, most prevalent clinical anatomical entity region of the hip in this study, highlight the snapping hip lateral to anterior snapping hip, and especially in women who practice the disciplines of ballet more technical, like the classic, which means one of the most common injuries, and Spanish, while anterior snapping hip, is the most athletic disciplines as contemporary and neoclassical.

Since it has been described for other diseases, external rotation forced entire kinetic chain of the lower limbs can cause, among other factors, the presence of these hip springs (*Larsen, 1986; Kouvalchouk, 2003*), of which is estimated that only one third are painful (*Morelli et al, 2001*), quite ben tolerated, at least initially, and remaining months or years without needing treatment (*O'Kane & John, 2007*). Although studies (*Winston et al, 2007*) indicating that up to 91% of the respondents recounted dancers have presented signs consistent with snapping hip, our results, with a methodology based on clinical examination and additional tests, are quite similar to those we also were in a previous study, which was reached with global character, a prevalence of 4.76%, although somewhat removed from the prevalence reported by other authors describing up to 11.7% (*Fernández Palazzi y cols, 1992*).

With regard to the discussion of our results by **anatomic locations**, and taking into account all the general considerations previously targeted, most of the authors in the literature reference (*Quirk, 1983; Pintos y cols, 1990; Fernandez Palazzi y cols, 1992, Milan, 1994, Solomon et al, 1995, Nilsson et al, 2001; Byhring et al, 2002; Hincapie et al, 2008; Lozano, 2008 y cols; Echegoyen y cols, 2010; Leandersson et al, 2011; Campoy et al, 2011, Allen et al, 2012*), together indicate greater involvement of the lower limbs (65-80%), especially in ankle-foot, followed by the spine (15-25%), and much less frequently in the upper limbs.

In our study, the results are very similar to those reported by other authors, checking with respect to the upper limbs, general prevalence in man was also similar that reported in other studies (*Byhring et al, 2002*), which is primarily associated with Portées. If, as is reflected in other studies, the prevalence figures meet the anatomical ankle-foot complex, this complex anatomical would, both overall and by discipline, the most prevalent location, occupying the spine with these considerations, and similarly to what made in other studies (*Gottschlich et al, 2011, Allen et al, 2012*), second in prevalence with the exception of Spanish in our sample, where the spine would remain the most injured anatomical location.

With regard to the prevalence of **ankle and foot** injuries, our data are similar to those of most authors, although somewhat lower in general than those described in a study conducted in the United Kingdom through a questionnaire (*Dobson, 2005*) and prevalence figures amounted foot injuries by 25% and ankle in 33% of the respondents, being also the spine, as in our study, the anatomical location most dancers was injured among the British. Interesting is what brought in a study of the professional dancers of *The Boston Ballet Company*, a duration study similar to that presented by us, and shows that while global data differ from non-traumatic injuries or cumulative trauma, the results are in generally quite similar, being also like to get on the prevalence of ankle injuries (21.2%) and foot (16.6%) (*Solomon et al, 1999*), on the other hand not unlike some classic studies (*Hamilton, 1982*).

With regard to **spinal injuries**, we have observed that they are the most prevalent disease in the Spanish discipline, an important aspect that matches the given by some authors (*Lozano, 2010*). With respect to the amount contributed by other authors regarding the prevalence of spinal injuries, our results are generally similar to broadly reflected in the literature reference (*Hincapie et al, 2008*), including those found among the professional dancers *The Boston Ballet Company* (22.6%) (*Solomon et al, 1999*).

Regarding the prevalence of **knee injuries**, our results indicate that are far from those reported by *Reid (1987)*, a classical's author dance studies, and produced figures for knee lesion prevalence of 40%. However it must be stated that *Reid studies* referred to *classical ballet*, where we also find high prevalence figures in the knee. In any event, our prevalence data generally somewhat higher in males, are very similar to those shown by others figures reflect 20% (*Hincapie et al, 2008*), although in this case rather than reflected in the study *Solomon* (8.7%) (*Solomon et al, 1999*).

Our results on the prevalence of **hip injuries**, are far also from the provided by *Reid (1987)*, who reflects a prevalence of 20%. In our sample, and in general, the overall prevalence of hip injuries, as we have seen higher in women, is in any case and except as provided by *Byhring (2002)*, lower than the prevalence of injuries knee, look also noted in classical studies (*Reid et al, 1987; Fernandez Palazzi y cols, 1992*). Like other locations except for the knee, our overall prevalence data hip injuries also are very similar to those shown in respect of *The Boston Ballet Company*, although in this case the prevalence of the related hip injuries coupled with thigh, with the figure (13.1%), somewhat lower than that obtained by us in this study.

As for the affected tissues are generally those reflected muscle injuries by different authors as the most prevalent (*Bowling, 1989; Solomon et al 1999; Arendt et al, 2003; Gongbing, 2005*) together with joint sprains (*Bowling, 1989; Solomon et al 1999*), then following them tendinopathy and less bone injuries (*Solomon et al, 1999*). Among the different contributions, is very interesting as reflected among professional dancers of *The Boston Ballet Company*, where prevalence rates are observed for stretching muscles and sprains of 34.5%, from 13.7% for tendinopathy, or 7.8% for stress fractures (*Solomon et al, 1999*). In this regard, it is noteworthy the significant prevalence of muscle injuries described in some studies, something that does not match the amount contributed by us and must remember back in this regard, a study which found that the highest prevalence of traumatic injuries, especially muscle origin, were observed through a questionnaire, modifying the figures later in the same group of professionals when diagnoses were based on clinical examination (*Arendt et al, 2003*). Perhaps for this reason, and because many of the minor injuries or discomfort found in ballet and sport are of muscle origin and these are referred to by some authors and not others, the prevalence of muscle injuries in sport is variable, ranging from 10% - 55% (*Järvinen et*

al, 2005), which clearly reflects the controversy that these lesions arise. For other injuries, our results are not very different to that contributed by other authors.

No studies have found that among its objectives and methodology, **perform an analysis of ballet injuries by age group professionals**, although if valued at some other study injuries differences between age groups in amateur (*Leanderson et al, 2011*).

Although in the scientific literature indicated in some studies (*Hincapie et al, 2008*), the prevalence of lesions tends to increase in the level ballet, years of training and experience, others also found, similarly to described by *Solomon (1995)*, that the younger dancers had a lesion prevalence (*Bronner et al, 2003*), appreciation closer to our findings.

The analysis of the results with respect to these age groups in our study, we provide data certainly very important. So it would seem that while younger ages, the disciplines of ballet with more technical requirements are the largest will favor the appearance of injuries related cumulative pathomechanics ballet, in the disciplines of ballet with more physically demanding but giving greater freedom of movement, the majority of injuries occur as a result of mechanical overload go over the years.

These considerations, which would demand the establishment of preventive measures from the ballet school to try to be controlled, should be however, contrasted with defined rigorous studies about.

7.- Conclusions

- Cumulative trauma injuries by repetitive microtrauma, were more prevalent among the professional ballet dancers, being prevalence higher in classical ballet, younger professionals and in women.
- Femoro-patellar disorders, low back pain and Achilles tendinopathy, are sequently the most prevalent cumulative injuries.
- Cumulative trauma injuries by repetitive microtruma in ballet, mainly affect joint structures, followed by the tendon in that order.
- We found that the most prevalent diseases in the technical disciplines, such as classical ballet and Spanish ballet, were also in younger with a tendency to be decreasing with age, while more prevalent in athletic disciplines, as contemporary, were among in senior.

1.- INTRODUCCIÓN

1.1 Antecedentes. Aspectos generales más relevantes

La palabra *Ballet* proviene del Renacimiento italiano, apareciendo como tal nombre por primera vez en 1465 en un libro de *Cornazzano de Piacenza*. Aunque en 1588, en el tratado de *Thoinot Arbeau*, surge por primera vez el *principio de rotación externa de las piernas o pies girados hacia fuera*, no es hasta 1661 cuando aparece la *Danza Clásica Académica* que es como la conocemos hoy, siendo sus bases, los principios de *Benchamps* y *Lully* perfeccionados después de ellos y constantemente hasta nuestros días. El *Ballet Clásico Romántico* surge a partir de los sucesores de *Jean George Noverre*, nacido en París en 1727, revalorizados sus preceptos y puestos en práctica entre otros por *Salvatore Vigano* y *Carlo Blasis*, debiendo considerar probablemente a *Amalia Brugnoli* como la primera bailarina en bailar *en puntas*, si bien fue *María Taglioni* la bailarina que acreditó la técnica de las puntas, y la primera de la que se tiene constancia que utilizó las *puntas* durante el ballet romántico *La Sylphide* (1832), destacando también la producción de la *Ópera Giselle* en el Teatro de la Ópera de París en 1841 (*Reyna, 1981, Pappacena, 2003*)

El término *neoclasicismo* surgió en pleno siglo XIX para denominar de forma peyorativa al movimiento estético que venía a reflejar en las artes, los principios intelectuales de la Ilustración, que desde mediados del siglo XVIII se venía produciendo en la filosofía y que consecuentemente se había transmitido a todos los ámbitos de la cultura. La técnica procede de la académica, pero las formas y pasos adquieren una dimensión expresiva menos encorsetada y con mayor fluidez en torso y extremidades. A diferencia del *ballet clásico*, donde el movimiento se encuentra totalmente codificado, con respeto absoluto por las *cinco posiciones básicas, las puntas o los pliés y grand battement* entre otros, el *ballet neoclásico* rompe con este corsé creativo.

La evolución constante a lo largo de los tiempos de todas y cada una de las actividades que conforman nuestro entorno, no escapa al Ballet, así *Isadora Duncan* (1878-1927) revolucionó el mundo de la danza con sus ideas; total libertad de movimientos sin reglas ni limitaciones, comenzando a actuar descalza. Se puede decir que con ella comienza el *Ballet Contemporáneo*, tal como lo consideramos actualmente. La norteamericana *Mand Allan*, precedió incluso a Duncan bailando descalza, y es *Martha Graham* la que crea en New York su Escuela de Danza Contemporanea (*Reyna, 1981*).

Aunque la *danza moderna* tiene mayor influencia en USA (*Bronner, Ojofeitimi & Rose, 2003*), y en España el *ballet español* tiene suficiente arraigo y crédito para ser así reconocido, podríamos decir que existen tres estilos principales reconocidos de ballet en el ámbito

internacional, *el ballet clásico, el ballet neoclásico y el ballet contemporáneo*.

Estas tres disciplinas, y también el *ballet español* e incluso en algunos casos *el moderno*, tienen como base el conocimiento y la perfecta ejecución de la técnica del *ballet clásico* que además conforma una gran parte de su estructura, hasta el punto que Compañías de *ballet moderno o contemporáneo* de distintos países, tienen como requisito para ingresar en su conjunto, el perfecto dominio de la técnica del *clásico*. No obstante, estas disciplinas presentan diferencias técnicas conocidas en la literatura científica desde hace tiempo (Sobrino & Guillén, 1996; Lozano & Vargas, 2010), y que van a caracterizar las diferencias lesionales y la patomecánica del ballet. Así, a grandes rasgos, y además de las ya descritas hasta ahora, diríamos que el *clásico* es más estructurado y más reglado, caracterizándose entre otras, por utilizar las técnicas tradicionales de la danza y el uso de las zapatillas de *punta* en la mujer, y las de *media-punta* en ambos sexos. En lo que hace referencia al *contemporáneo*, en esta disciplina, con influencia del *clásico y ballet moderno*, existe una mayor libertad de movimientos no exenta en ocasiones de improvisación, con menores reglas y limitaciones, y caracterizándose por el uso de *zapatillas de media-punta o bailar descalzos* en ambos sexos. Por su parte el *ballet neoclásico*, presenta un claro arraigo del ballet clásico aunque permite en cambio una mayor creatividad que hace que para algunos en ocasiones puede ser una danza abstracta, siendo una disciplina menos estructurada que el *clásico* y que en cuanto al calzado puede permitir las alternativas del *clásico y contemporáneo*.

En lo que respecta al concepto de *baile español o ballet español*, y aunque tiene claramente establecida la estructura del *ballet clásico* junto al folclore y tradición de nuestro país, en ocasiones se ha identificado como *baile flamenco* aunque propiamente no se identifica de forma estricta con él. En este sentido, indicar que existen otros bailes populares españoles con la consideración de *danza folclórica*, más o menos extendidos por diferentes zonas del territorio, destacando algunos bailes tradicionales que permiten ser considerados habitualmente como ramas de la *danza clásica española*. Estos son sobre todo *el fandango, las seguidillas, las castañuelas* o también denominadas *palillos, el zapateado*, y sobre todo *el bolero*, en su forma denominada *escuela bolera*, siendo esta última a la que se refiere habitualmente el término *danza clásica española*.

Los rasgos característicos de los bailes de la *escuela bolera* son la gracia, la elegancia de sus movimientos, la riqueza y dificultad de sus pasos, así como la interpretación característica de los bailes con *palillos*. La codificación de estos bailes implica el conocimiento y dominio de un conjunto de pasos cuyas denominaciones configuran un vocabulario específico de esta escuela. El repertorio de la escuela está formado por dos tipos de danzas con dos técnicas diferenciadas: *los bailes boleros y los de palillos*. En los primeros, se ejecutan saltos, vueltas y complicados trabajos de pies, trenzados y pasos de elevación de enorme dificultad, habitualmente con zapatillas de ballet de media punta. En los segundos, que se interpretan con zapatos o chapines, se bailan a ras de suelo y en ellos se suele zapatear, siendo este el que al menos popularmente, se considera como baile flamenco.

Los trabajos de Celia Sparger -*Anatomy and Ballet, 1949-* y Raoul Gelabert -*Anatomy for the dancer, 1964-* (Shell, 1986), fueron las primeras y más accesibles publicaciones sobre la ciencia de la danza, siendo a partir de la década de los setenta, cuando resurgen los estudios sobre las lesiones que afectan a estos profesionales (Armheim, 1975; Dunn, 1974; Vincent, 1975). En 1983 se realizó un Symposium de lesiones en los bailarines, profundizando en la problemática de las lesiones de la Danza con motivo de un Congreso Científico Olímpico (Seals, 1983), siendo también importantes las aportaciones que desde entonces han venido realizando diferentes autores en la literatura científica internacional (Howse, 1983; Pintos, Lommi & Diaz, 1990.; Nicholas, 1976; Reid, Burnham, Saboe & Kushner, 1987; Hincapie,

Morton & Cassidy, 2008).

Podríamos definir el ballet, sin temor a equivocarnos, como una actividad atlética que incorpora movimientos semejantes a las de otras actividades denominadas deporte. Bajo nuestro punto de vista, la diferencia más notable consiste en el marcado componente artístico que el ballet conlleva y que hace que más importante que la competitividad en si misma, lo sea la búsqueda de la armonía y la gracilidad en el gesto de su interpretación.

Desde hace décadas, prácticamente todos los autores coinciden en definir el bailarín profesional como un atleta de élite, sobre todo a partir de estudios como el realizado en el *Lenox Hill Institute of Sports Medicine en New York (Nicholas, 1976)*, donde tras contrastar las demandas atléticas de los deportistas y los bailarines, se concluyó que estas eran semejantes, o aquellos en los que se indicaba como el entrenamiento del ballet que reúne barra y suelo, así como ensayos para preparar representaciones, representaba una intensidad de 35-50% de consumo máximo de oxígeno en barra y un 50% en suelo, siendo superior al 54% cuando la carga de trabajo aumenta en los ensayos (*Cohen, Segal, Witriol & Meaple, 1982*), comparable según algunos (*Mostardi, 1983*), incluso a la de los esquiadores de descenso.

Así, tanto en el ballet como en el deporte en general, vamos a encontrarnos con dos tipos de lesiones deportivas que afectan al sistema músculo-esquelético:

- **Lesiones traumáticas:** De carácter agudo y súbito, con relación causal determinada y generalmente debidos a accidentes.
- **Lesiones no traumáticas o acumulativas:** Trastornos producidos o provocados por acciones repetidas y/o acumuladas y de instauración lenta y progresiva como caracteriza a las lesiones acumulativas o de carácter crónico, y con relación causal relacionada con la exposición a microtraumatismos de repetición.

Estas últimas son a las que nos vamos a referir el presente trabajo, lesiones consideradas como realmente específicas del deporte en general y de cada actividad deportiva en la que se producen, y por tanto también en este caso del ballet, y las que más van a beneficiarse de una adecuada prevención, que en el caso de estas lesiones acumulativas significa la principal medida de tratamiento y también la más eficaz.

Estas lesiones acumulativas, relacionadas en nuestro entorno con la exposición a *microtraumatismos de repetición*, se conocen también con el nombre de lesiones por esfuerzo repetitivo o traumatismos acumulativos siguiendo la terminología anglo-sajona.

Las primeras aportaciones que aparecen en la literatura sobre estos trastornos se refieren al mundo del trabajo (*Kaplan, Glickel & Eaton, 1990; Kasdan, 1993*), lo que es fácil de entender ya que la actividad física relacionada con el deporte como tal, es mucho más reciente. Para encontrar los primeros antecedentes históricos de estos trastornos en el deporte, debemos situarnos en el *siglo XIX*, donde ya se reconocía por *Verneuli, Bardeleben y Erichsen*, la posibilidad de que una lesión se produjera por una “causa vulnerable interna, exageración de una función fisiológica”. Ya en el *siglo XX*, en 1936, *Batzner*, teorizando sobre las lesiones deportivas, acuñó el concepto de lesión funcional, para referirse a la alteración con desgaste de tejidos braditropos inducida por la hiperfunción de los mismos (*Ramiro, Loring, Pérez & Henares., 1996*), posiblemente la base para que posteriormente se describiera el principio de *Specific Adaptation to Imposed Demands- SAID (Allman, 1984)*, que establece que el cuerpo responde a una demanda física dada con una adaptación específica previsible.

En cualquier caso, no es hasta 1968, cuando *Slocum y James*, en un estudio sobre la aparición de periostitis tibial en la carrera, definieron el término “*overuse injury*” traducido por algunos como *síndrome por sobreuso*, otros como *lesiones por sobreesfuerzo* y otros como *lesiones por sobrecarga* (*Slocum & James, 1968*). Así, factores como la mala planificación y realización de los entrenamientos o ensayos, la deficiente educación o aplicación de la técnica que afectaría a cada disciplina deportiva, un tiempo prolongado de exposición o la infravaloración y deficiente recuperación de la fatiga entre otros, podrían afectar a la capacidad de resistencia biológica de las diferentes estructuras del organismo, induciéndose lesiones orgánicas “desde dentro”, diferentes a las derivadas de un traumatismo mecánico por agente externo (*Ramiro y cols, 1996; Gallardo 2003*).

Para intentar unificar criterios sobre la nomenclatura y el origen de estas lesiones de instauración progresiva, lenta y acumulativa, entendemos que la utilización adecuada del difundido sinónimo español *microtraumatismos de repetición* sería la opción más lógica, sobre todo teniendo en cuenta que con este término se englobaría a todos los anteriores, además de a toda una serie de factores de riesgo para la aparición de este tipo de trastornos según la etiología, como son la *repetitividad, la fuerza, la sobrecarga postural estática o las posturas forzadas*, entre otros. De los otros términos descritos, el de *sobrecarga* también nos parece útil y lo utilizaremos en algún caso, si bien en su génesis se encontrará la exposición a *microtraumatismos de repetición* que por tanto también le englobaría. Algo similar ocurriría con los *sobreesfuerzos y el síndrome por sobreuso*, éste último habitualmente utilizado para referirnos a aquellas lesiones de estructuras que incrementan su función y requerimientos para compensar otras lesionadas o insuficientemente tratadas.

No obstante el término *microtraumatismos de repetición*, debe utilizarse tan solo como origen o etiología de la aparición de estos trastornos crónicos, y *no como diagnóstico clínico*. Por ello, creemos preferible incluir en su definición el término de *patología acumulativa por microtraumatismos de repetición*, definición con la que se pretende abarcar en general, el amplio espectro que suponen estas alteraciones en los diferentes tejidos del sistema músculo-esquelético y que lógicamente deberán tener su diagnóstico específico.

Estas lesiones se van a diferenciar de las traumáticas agudas, en que su mecanismo lesional resulta a veces como vemos controvertido, en su aparición van a estar implicados unos factores de riesgo intrínsecos al deportista y otros extrínsecos derivados entre otros de la técnica o del ambiente que le rodea, y que son muchas veces difíciles de diagnosticar y tratar. Así, el síntoma fundamental para el diagnóstico de este tipo de trastornos va a ser la percepción del dolor, el cual no debe pasar nunca desapercibido ni para el deportista ni para el entrenador o el médico. No obstante se debe saber diferenciar entre dolor y molestia, diferencia que para los bailarines profesionales y deportistas de alta competición, se basa en que para ellos el dolor es sólo aquello que les impide la práctica de la actividad deportiva, y por tanto tampoco se deberá trivializar la presencia de una determinada molestia sin realizar un examen clínico meticuloso.

Con respecto a criterios epidemiológicos, *la prevalencia o incidencia de estas lesiones acumulativas en el deporte*, va a variar según se trate de disciplinas deportivas colectivas y en las que el *contacto* sea el factor de riesgo predominante en la aparición de lesiones, o se trate de disciplinas y actividades atléticas más individuales y en las que el factor principal sea la *alteración de las condiciones biomecánicas del ejercicio afectando a la integridad de las estructuras orgánicas que lo sustentan, y que suelen necesitar una técnica precisa y movimientos repetidos* (*Ballius & Ballius, 1986*). Por tanto en estos últimos, como es el caso del ballet, podríamos decir que una técnica adecuada será una de las mejores maneras de

prevenir estas lesiones, siendo por el contrario, una técnica insuficiente o inadecuada, un factor favorecedor en la aparición de las mismas.

Así, mientras que en los deportes de contacto como el fútbol (*Ekstrand & Gillquist, 1983; Walden, Haaglund & Ekstrand, 2005*), balonmano (*Santonja, Ferrer, Rasines, Pastor, Garcés & Meseguer, 1996*) o baloncesto (*Soriano, 1996*), la prevalencia de estos trastornos se sitúa en torno al 30%, en otras como el ciclismo, el tenis (*Larsen, 1991*), la natación (*Zurita & Álvarez, 2003*), el atletismo y carrera (*Van Mechelen, Hlobil, Kemper, Voorn & De Jongh, 1993; Alonso, 2004*), o el ballet (*Sobrino & Guillén, 1996; Hincapie et al, 2008*), la prevalencia se sitúa alrededor del 70%. En todas ellas la gran mayoría de las lesiones se van a producir en los miembros inferiores y la columna lumbar, excepto en la natación donde la principal afectación va a corresponder al hombro (*Zurita & Álvarez, 2003*).

En relación con la fisiopatología y el tejido afectado, y según los trabajos de los diferentes autores que acabamos de citar, mientras que las lesiones ligamentosas y musculares son las más prevalentes en deportes de contacto, la sobrecarga mecánica articular y las tendinopatías, serán los diagnósticos más frecuentemente encontrados en las otras disciplinas.

Según lo aportado por diferentes autores, existen algunos factores importantes que diferencian el ballet clásico de otras actividades atléticas. Entre ellos destacan las 5 posturas clásicas del ballet, que requieren una rotación externa de los miembros inferiores con los pies aproximadamente en 180° en la posición inicial; el trabajo de las mujeres en punta y media punta (este también en hombres) provocando un incremento de la carga en las articulaciones del pie; la ausencia de competición que existe en otros deportes; la exigencia de un elevado número de movimientos repetidos, a menudo en posiciones extremas, y que generan una elevada sobrecarga de las diferentes estructuras del aparato locomotor; o el diseño antiguo del calzado del ballet a diferencia de los constantes cambios para mejorar la prevención de lesiones que al respecto existen en otros deportes (*Nilsson, Leanderson, Wykmann & Strendler, 2001*).

Así, si nos referimos específicamente al Ballet, existen clásicamente en la literatura científica de referencia diferentes trabajos (*Quirk, 1983; Sammarco, 1984; Garrick & Recqua, 1993; Fernandez-Palazzi, Rivas & Perez, 1992; Milan, 1994; Hincapi et al, 2008*), que demuestran como la mayoría de las lesiones son acumulativas por exposición a microtraumatismos de repetición, y con características lesionales similares a otros deportes incluidos en la categoría de individuales y que requieren una técnica precisa. Así, estos estudios indican en común una mayor afectación por los miembros inferiores (65-80%) sobre todo en tobillo-pie, seguidos de la columna (15-21%), y menos frecuentemente en miembros superiores, siendo también las lesiones por sobrecarga mecánica articular y las tendinopatías, las más frecuentemente implicadas en esta disciplina atlética.

Pese a que no se ha encontrado en la literatura ningún trabajo como el que aquí se expone, diferentes autores han abordado la *biomecánica* y la *patomecánica* de las diferentes lesiones que la práctica del ballet provoca. Así destacar en las regiones del tobillo y pie, algunos trabajos clásicos (*Hamilton, 1988; Sammarco & Miller, 1982; Hardaker, Margello & Goldner., 1985; Hardaker, Erickson & Myeres, 1986; Kadel, 2006*), como y entre otros, los que describen el denominado *pie de Ballet* (*Marr, 1983*) o los que indican como patognomónico del ballet la hipertrofia de las corticales de los tres primeros radios, (*Baillon, 1983*).

En lo que hace referencia a la rodilla, existen también trabajos clásicos interesantes (*Clippinger-Robertson, Hutton, Miller & Nichols, 1985*), que incluso indicaban como los dolores en esta articulación eran incluso mayores que en corredores de fondo, destacando un

aumento de condromalacia rotuliana en el entrenamiento del plié. En este sentido, deben también destacarse los trabajos sobre la rodilla del saltador “*jumper knee*” y sus diagnósticos diferenciales con la del corredor “*runner knee*” o bailarín “*dancer knee*” (Cámara, Guillén, Galvez, Valls & Miranda, 1985; Quirk, 1987)

En las lesiones de cadera, destacan clásicamente algunos trabajos sobre la etiopatogenia y las relaciones con el trabajo en “*en-dehors*” y su medición, que ya se realizaban en la década de los 80 (Sammarco, 1983; Wolfhart & Bullock, 1983; Micheli, Guillispie & Walaszek, 1984; Reid et al, 1987; Reid, 1988), así como sobre su responsabilidad en numerosas lesiones acumulativas entre profesionales que comenzaron a lesionarse ya desde la etapa de aficionados antes de los 18 años, recordando la importancia de esta postura en la patomecánica de la cadena cinética del miembro inferior y la columna lumbar, cuando la rotación natural de la cadera es insuficiente, se asocia mala técnica y/o inadecuados mecanismos descompensadores para mejorarlo (Negus, Hopper & Briffa., 2005).

Los episodios de carga y los síndromes por sobreuso, van a causar una fragilidad musculoesquelética, normalmente en miembros inferiores de atletas y bailarines, y también en la columna lumbar. Así, hace ya bastantes años que algunos autores sostenían que la disposición del ilio-psoas era la clave del normal funcionamiento de la pelvis y columna lumbar (Bachrach, 1986; Milan, 1994), mientras que otros proporcionaron información de los tipos específicos de lesiones de espalda en bailarines (Micheli, 1983; Gelabert, 1986; Milan, 1994), relacionando estas en bailarines jóvenes con posturas hiperlordóticas (Micheli, 1983; Bachrach, 1986) y describiendo también alteraciones propias de la técnica del baile como es el caso de una mayor frecuencia de espondilólisis también hallada en gimnastas (Micheli, 1983; Fehlandt & Micheli, 1993). En estas últimas, a semejanza con las bailarinas, la necesidad de la perfección y la repetitividad de sus “rutinas” durante los entrenamientos, hace que las lumbalgias por sobrecarga tras exposición a microtraumatismos de repetición sea muy frecuente, y alcance cifras incluso del 86% entre las gimnastas de rítmica de élite (Hutchinson, 1999). Como en el ballet, en gimnasia y en general en el resto de los deportes, un adecuado balance entre fuerza y flexibilidad y la modificación del entrenamiento o ensayo hasta el punto de “no dolor” puede ser una buena pauta de tratamiento y prevención para estas patologías crónicas de la columna lumbar (Zetaruk, 2000), y en general para todas las lesiones del ballet (Garrick & Lewis, 2001), destacando durante los últimos años, algunos trabajos sobre la importancia y repercusión de las lesiones del ballet en algunas disciplinas, incluyendo el ballet español (Lozano, Santonja & Vargas, 2008; Lozano & Vargas, 2010)

Por otra parte, con respecto a la importancia de algunos factores de riesgo para la aparición de lesiones en el ballet, y aunque clásicamente se ha considerado principalmente el suelo duro como uno de los principales factores implicados en la aparición de lesiones acumulativas por microtraumatismos de repetición entre los bailarines en relación con un fallo en la absorción choque, del sistema de poleas, del ambiente o de una combinación de estas (Hamilton, Hamilton, Marshall & Molnar, 1992; Hardaker et al, 1986), es importante también destacar la inclinación inadecuada del suelo (Hagins, Pappas & Kremenich, 2007), pero sobre todo lo aportado por algunos autores que indican que si bien las lesiones traumáticas agudas suelen ser más frecuentes en las representaciones, el incremento de la necesidad de los ensayos y clases diarias está asociado a un mayor riesgo de lesiones acumulativas, sobre todo coincidiendo con los cambios de coreografía (Bronner et al, 2003; Kadel, 2006), siendo las lesiones, con algunas excepciones puntuales (Baker, Scott & Watkins, 2010) más frecuentes en los periodos inmediatamente posteriores a periodos de relativa inactividad (Solomon, Solomon & Micheli, 1999), sugiriendo que el problema radica en la transición de la

inactividad a la máxima actividad (*Bronner et al, 2003*) aspecto que en general fue también apuntado por nosotros en estudios previos (*Sobrino & Guillén, 1996*).

Si bien ya comentamos como característica añadida del Ballet y que la difiere del deporte, el marcado componente artístico y la ausencia de competitividad en si misma, debemos indicar que su práctica profesional está rodeada de una serie de peculiaridades que se relacionan íntimamente con el carácter y tipología de las lesiones que potencialmente provoca, existiendo no obstante diferencias individuales en función de algunos factores intrínsecos propios de cada bailarín, entre los que habrá que considerar también el talento o cualidad natural innata de cada profesional para la práctica de esta actividad, y la edad en la que estas lesiones acontecen. Así, el comienzo de la práctica del ballet se produce a edades muy tempranas, con una alta demanda de asociación de requerimientos físicos y estéticos, siendo bastante frecuentes las alteraciones dietéticas y metabólicas. Pese a los elevados requerimientos atléticos que esta actividad demanda, es inusual la existencia de programas de entrenamiento físico con una metodología adecuada y por profesionales especializados en las diferentes compañías, y de la misma manera, y aunque es habitual que requieran la asistencia de diferentes profesionales de la esfera sanitaria, tal vez por tradición o por ausencia de servicios médicos en las diferentes compañías, no es habitual que los bailarines acudan a médicos especializados excepto cuando las lesiones se han cronificado o producen un importante menoscabo, no siendo tampoco infrecuente la ausencia de periodos de descanso adecuados y la reincorporación a la actividad post lesional de manera intempestiva, sobre todo entre los integrantes de las compañías de menor estructura y que no cuentan con un servicio de rehabilitación o fisioterapia, lo que en definitiva remarca sobremanera el carácter de cronicidad lesional de las lesiones del ballet. Otro dato importante sin duda, es el concepto de exclusividad del ballet en relación con la realización de movimientos muy específicos como y entre otros, “*en-dehors*”, “*plié*” o “*puntas*”, que se van a relacionar además con la aparición de diferentes patologías.

Todas estas peculiaridades, incidirán sin duda en el *criterio de especificidad lesional* que rodea al ballet, aunque no obstante no evitará que las lesiones acumulativas por microtraumatismos de repetición que afectan a los profesionales que practican esta actividad atlética sigan unas *características etiopatogénicas generales* similares a las que presentan este tipo de lesiones en el deporte, siendo también similar el modo en el que debute la sintomatología y los estadios de progresión también característicos de estas lesiones acumulativas de índole deportivo, y que llevan relacionado un enfoque diagnóstico y terapéutico general similar para todas ellas, aunque específico para cada lesión según la disciplina deportiva implicada.

Considerando y abordando posteriormente todos estos conceptos, lo que si parece claro al hablar de lesiones acumulativas por microtraumatismos de repetición con carácter general, es que el conocimiento de la biomecánica articular, de la fisiopatología de los diferentes tejidos afectados por estas lesiones, de la anatomía funcional propia del ballet así como de sus cambios patomecánicos, van a ser la base para el diagnóstico ,tratamiento y prevención adecuada de estos procesos, y objeto a continuación de su estudio y valoración.

1.2.- Biomecánica articular

En este epígrafe se desarrollan los conceptos generales más importantes relacionados con la biomecánica de las articulaciones más frecuentemente implicadas en la práctica del ballet:

- Columna Vertebral
- Cadera
- Rodilla
- Tobillo
- Pie

1.2.1.- Biomecánica de la Columna Vertebral

La columna vertebral cumple tres funciones biomecánicas fundamentales: (*Kapandji, 1984; White & Panjabi, 1990; Gómez-Prat, 2000*)

1. Soporta la mitad superior del cuerpo (tronco y cabeza), lo que representa el 60% del peso total, que gravita sobre ella en posición erecta.
2. Posee una flexibilidad suficiente para permitir los movimientos del tronco en los tres planos, permitiendo no sólo la marcha, sino el alcance y la carga de objetos.
3. Por último, y la más importante, protege las delicadas estructuras nerviosas medulares y radiculares.

La estructura anatómica que conforma la columna vertebral es la vértebra. Esta está formada por un bloque anterior óseo, el cuerpo, y un arco óseo posterior, conocido como arco neural, que contiene además apófisis articulares, transversas y espinosas, con diferencias en sus diferentes regiones de tal forma que va aumentando el tamaño y el volumen desde la primera vértebra cervical hasta la última vértebra lumbar, como forma de adaptación mecánica al aumento progresivo de las cargas a las cuales están sometidas las vértebras.

Los movimientos de la columna dependerán de los procesos articulares de la articulación diartrodia, siendo anatómica y funcionalmente recomendable la separación por el plano del ligamento vertebral común posterior para dividir la porción somática anterior (soporte y amortiguación), del sistema posterior (protección neural y guía de los movimientos).

Por otro lado, cabe indicar que la estabilidad y resistencia de la columna vertebral será imprescindible para evitar la aparición de lesiones, viniendo dadas de manera intrínseca a través de los ligamentos y discos, y de manera extrínseca por los músculos.

Disco intervertebral.-

Constituyen del 20-33 % de la altura total de la columna vertebral, distinguiéndose tres partes: el núcleo pulposo, el anillo fibroso, y el extremo cartilaginoso del platillo (*Nachemson & Morris, 1964; Nachemson, 1976; Gómez Prat & Roca, 2000*).

El disco intervertebral, tiene por función permitir el movimiento entre los cuerpos vertebrales y transmitir las cargas de un cuerpo vertebral a otro. El núcleo pulposo está localizado en su centro, estando formado de finos filamentos fibrosos en un gel de mucoproteínas que contiene diversos mucopolisacáridos, siendo su contenido de agua del 70-90%, tendiendo a disminuir con la edad.

La parte más periférica la forma el anillo fibroso, constituido por láminas concéntricas de fibras colágenas que actúan como un muelle helicoidal. Así, el disco se comporta biomecánicamente como un elemento viscoelástico. De este modo, al someter un disco a compresión, éste aumenta su resistencia y permite que la presión intradiscal sea mayor que la fuerza de la carga aplicada. Por tanto, por más que aumentemos la carga, el disco nunca se hernia. Lo primero que falla es el platillo vertebral que se fisura en general por el centro, formándose una hernia intraesponjosa que explica la aparición de las *hernias de Schmorl*.

Por otro lado, el disco resiste poco a la tracción y mucho menos a la torsión, fallando y fisurándose por su parte posterior. Sin embargo, tolera muy bien las fuerzas de cizallamiento.

Con los movimientos, el núcleo pulposo se desplaza hacia las fibras del anillo con menor resistencia, de tal modo que durante la flexión se desplaza hacia atrás y hacia delante en la extensión, variando su posición al aplicar cargas excéntricas.

Además el disco se deforma al ser sometido a cualquier tipo de carga, tracción, compresión y rotación, aunque no obstante al suprimirla, se produce una recuperación elástica que sin embargo no alcanza la dimensión primitiva de partida hasta que ha pasado un período de tiempo variable, lo que es característico de los materiales viscoelásticos. Si el proceso de relajación se repite de forma cíclica, el disco tardará cada vez más tiempo en recuperar su estado inicial, siendo su tolerancia a la fatiga baja.

Con el proceso de degeneración, esta capacidad viscoelástica de retorno se va perdiendo y la carga se distribuirá de manera menos uniforme sobre el platillo vertebral.

Propiedades biomecánicas del segmento móvil.-

La unidad básica de la columna vertebral se denomina segmento móvil raquídeo (*Junghans, 1929*), y está constituido por dos vértebras adyacentes y las partes blandas que los unen.

Así, en su porción anterior está formado por el disco intervertebral, con las plataformas vertebrales limitantes y los ligamentos vertebrales comunes anterior y posterior, y en su porción posterior por los arcos vertebrales, las apófisis transversas y espinosas, y los ligamentos interarticulares, interespinosos y supraespinosos (*Gómez Prat & Roca, 2000*).

Los cuerpos vertebrales sostienen principalmente fuerzas de compresión, siendo el disco intervertebral importante tanto desde el punto de vista mecánico como funcional.

La práctica del ballet y las actividades de la vida deportiva en general, imponen al disco cargas complejas, debido a la combinación de esfuerzos de compresión, flexión y torsión. Entre ellas, el núcleo pulposo de un disco sometido a carga axial, repartirá las cargas sobre el anillo fibroso, siendo atenuadas por el comportamiento viscoelástico de este anillo. Esta tensión circunferencial es máxima en la periferia del anillo y decrece radialmente hacia el centro. El disco normal, por tanto, aporta al segmento de movimiento una función hidrostática, y de distribución de cargas.

Por otro lado, en el platillo vertebral ocurre lo contrario, el máximo estrés se encuentra en la porción central y disminuye en la periferia. Con la compresión, el disco experimenta una disminución de altura y en las superficies de contacto de las carillas articulares aumenta mucho la presión, admitiéndose que las articulaciones soportan entre el 0 y el 30 % de la carga, función que se hace más evidente cuando la columna se encuentra en hiperextensión.

En relación con la resistencia a las fuerzas de torsión, esta se reparte entre el disco (45%), los elementos óseos posteriores (40%) y los ligamentos (20%), de tal forma que cualquier debilidad de los segundos, sobrecargará la estructura discal.

Cinemática.-

Las características del movimiento de la columna están determinadas por los elementos pasivos (apófisis articulares, disco, ligamentos, estructuras óseas) y activos (músculos) por lo que la disfunción de uno de estos elementos da lugar a una modificación cinemática (*Kapandji, 1984; Gómez-Prat, 2000*)

El movimiento de la columna vertebral tiene lugar gracias a la acción combinada del sistema neuromuscular agonista, que lo produce, y del antagonista, que lo controla.

El grado de movilidad es diferente en los distintos segmentos de la columna y depende de la orientación de las carillas articulares de cada zona. Esta movilidad se produce por la acción coordinada de varios segmentos, que en la región dorsal se encuentra limitada por la caja torácica y en todo el tronco está aumentada por la acción de la báscula pélvica. Ambas, caja torácica y pelvis, son estructuras esqueléticas que influyen en la cinemática vertebral.

Movilidad global de la columna vertebral.-

Existen grandes variaciones individuales y entre sexos y está muy condicionada por la edad. Los primeros 50°-60° de flexión se producen en la columna lumbar (segmentos inferiores). Esta flexión está favorecida por la báscula anterior de la pelvis y se inicia gracias a la acción del psoas y la musculatura abdominal. A partir de ese momento el peso de la parte superior del cuerpo contribuye al aumento de la flexión, entonces se incrementa de manera gradual la actividad de los músculos erectores de la columna que serán los que controlarán la flexión. El segmento torácico contribuye poco a la flexión de la columna en su conjunto.

Al pasar de la máxima flexión a la posición erecta, se produce la secuencia inversa. La pelvis bascula hacia atrás y entonces la columna se extiende. Cuando el tronco se extiende, la musculatura dorsal está activa en la fase inicial del movimiento. Esta acción inicial disminuye en los siguientes grados de extensión y la musculatura abdominal se activa para controlar el movimiento.

Estabilidad de la columna vertebral.-

La columna vertebral humana paga tributo a la bipedestación, que la somete a múltiples esfuerzos de compresión, tracción, inclinación, torsión y cizallamiento. Para cumplir de manera adecuada las funciones de soporte, protección y movilidad, la columna presenta unas características biomecánicas que le confieren estabilidad intrínseca y extrínseca, siendo muy importante el papel de los músculos, tanto como elementos principales del movimiento, como estabilizadores activos secundarios del segmento móvil raquídeo, habiéndose comprobado por ejemplo, que una columna desprovista de su musculatura y mantenida en posición erecta sólo podría soportar un peso aproximado de 2 kilogramos sin desplomarse (*Kapandji, 1984; Gómez-Prat, 2000*) .

Cuando se levantan pesos del suelo, la actividad electromiográfica es pequeña en los erectores del tronco y grande en los músculos abdominales. Las mediciones de presión intradiscal, intraabdominal y registros electromiográficos en individuos levantando pesos muestran que estos valores difieren al levantar pesos de manera correcta (flexionando rodillas, codos cerca del cuerpo y espalda recta) aumentando enormemente al levantarlos con los brazos extendidos.

Así se ha atribuido a los músculos abdominales un importante papel en la descarga de los esfuerzos ejercidos fisiológicamente sobre el disco intervertebral al ejercer presión sobre el

contenido de la cavidad abdominal, sólo por unos segundos, aliviando la distensión por un mecanismo hidrodinámico y disminuyendo la carga lumbosacra de 1200 a 600 Kg.

Por otra parte, al realizar mediciones de la presión intradiscal in “vivo” (*Nachemson & Morris, 1964*), se observó que la presión era paradójicamente menor en posición erecta que sentado por la modificación de las curvas lumbares. Esto concuerda con el hecho de que si el individuo sentado se inclina hacia delante 20°, aumenta la presión intradiscal hasta casi el doble de su valor. Estas presiones, y otras mayores que se producen al realizar esfuerzos o levantar pesos de aproximadamente de 140 kg/cm², no podrían ser soportadas, si no fuera por la descarga adicional proporcionada por los mecanismos de estabilidad extrínseca.

En relación con los discos intervertebrales, las articulaciones posteriores, las cápsulas y los ligamentos, todos ellos contribuyen a la estabilidad de la columna por una acción puramente mecánica de contención. Actúan, además, como órganos efectores de un reflejo fibroneuromuscular, cuyo estímulo inductor es el estiramiento. En estas estructuras se encuentran parcialmente los orígenes del dolor lumbar no irradiado, ya que están ricamente inervadas.

1.2.2.- Biomecánica de la cadera.

La cadera, como el resto de las articulaciones de la economía humana, presenta un alto grado de eficacia en cuanto a su función de movilidad y transmisión de cargas, merced a una adecuada disposición anatómica.

El acetábulo se presenta como una porción esférica, menor que una hemiesfera si se le quita el borde periférico.

La cabeza femoral constituye dos tercios de esfera, y está cubierta de un cartílago hialino que se adelgaza hacia el surco subcapital, en la unión de la cabeza con el cuello femoral. En cualquier posición de la cadera, el acetábulo está ocupado sólo por dos quintos de la cabeza.

Esta “congruencia incongruente” permite, como es fácil entender, un amplísimo rango de movimientos. Ahora bien, como la función de la articulación exige además de esa movilidad un grado racional de estabilidad, la profundidad del acetábulo aumenta al estar rodeado por el reborde, ya citado. Este no es ni más ni menos que un ligamento fibroso, o mejor dicho fibrocartilaginoso, que se inserta en el margen óseo del acetábulo, y cubre la cabeza femoral más allá de su línea ecuatorial.

Otro ligamento que tiene una función primordial de contención anterior de la articulación, dada la orientación hacia delante del cotilo y del cuello, es el ligamento iliofemoral, o de Bigelow, que se “enrolla” alrededor del cuello femoral, desde la zona periacetabular del ilio hasta la línea intertrocantérica.

El tamaño y la orientación del cuello femoral, son factores de máxima importancia. De la relación diámetro del cuello/diámetro de la cabeza, que en la cadera humana es aproximadamente de 0,7, depende en gran medida la libertad de movimiento antes de que el cuello choque con el reborde acetabular.

La orientación espacial del cuello es el segundo parámetro que debe considerarse al analizar la anatomía articular en relación con la mecánica de ésta. En efecto, el cuello del fémur forma con la diáfisis, un ángulo de 125-135° en el plano frontal, y un ángulo de declinación, entendiendo por tal el formado entre el eje de los cóndilos femorales y el eje del cuello en un

plano horizontal, de 12° de anteversión, por término medio. Esta combinación de abertura anterior del cotilo y anteversión del cuello ya se ha señalado como fundamental para permitir una gran movilidad articular, sobre todo en flexión.

Cinemática

La cadera es una articulación de encaje esférico, con posibilidad de movimiento en todas las direcciones. El movimiento de la cabeza en el acetábulo se realiza, pivotando alrededor del centro de rotación de la cabeza femoral, mediante el deslizamiento de las superficies articulares entre sí.

Rango de movilidad

Como se ha expuesto, la cadera puede moverse en todos los planos del espacio. Debido a la orientación en anteversión de los dos componentes articulares, la máxima libertad de movimiento se observa en el plano sagital, en el sentido de la flexión, que oscila entre 120° y 140° transformándose aproximadamente en 90° con la rodilla en extensión. En lo que respecta a la extensión, esta está limitada por la tensión ligamentosa (ligamento iliofemoral) y favorecida por la extensión de rodilla, ya que los músculos isquiotibiales ayudan al movimiento. La hiperlordosis incrementa la extensión por la báscula anterior pelviana. Con la rodilla extendida, la amplitud alcanza los 20° que se reduce a 10° con la rodilla en flexión (*Miralles & Puig, 1998*). Podríamos decir, que las estructuras capsuloligamentosas se relajan con la flexión y se tensan en extensión, impactando por su torsión la cabeza femoral contra el acetábulo, “atornillando” la articulación.

En el plano frontal se produce un movimiento de separación, o abducción, respecto al eje longitudinal del cuerpo y otro de acercamiento, o aducción. La máxima abducción real es de 45°, aunque la apreciada es de 90°, ya que existe un movimiento similar en la otra articulación por la báscula pelviana. La aducción no es un movimiento puro desde la posición anatómica, por lo que se realizan movimientos relativos desde una aposición previa en flexión o extensión, alcanzando una amplitud máxima que puede ser de hasta 30° (*Miralles & Puig, 1998*).

Por último, las rotaciones, en el plano horizontal o transversal, varían según la cadera esté en extensión o flexionada. La rotación externa que dirige la punta del pie hacia fuera varía entre 60 y 90° y la interna que dirige la punta del pie hacia dentro entre 30 y 40°, dependiendo de su situación en flexión o en extensión.

Como se ha indicado, es importante considerar la íntima relación que tiene la disposición de la cadera en los diferentes planos con la capacidad de movimiento en ellos y las posibilidades de acoplamiento de esos movimientos. Así, por ejemplo, la elevación anterolateral de la extremidad, flexión-abducción de la cadera, logra su máximo desarrollo colocando la cadera en rotación externa, ya que de esa forma el trocánter mayor pasa a ser posterior y no entra en conflicto con el reborde acetabular. En consecuencia de la misma manera que puede hablarse de un aumento de la amplitud del movimiento al combinar las rotaciones y la flexión, cabe hacerlo con la asociación abducción-flexión-rotación externa.

Evidentemente, durante la vida cotidiana no se utiliza ese grado extremo de libertad de movimientos, que sólo es totalmente necesario en actividades muy específicas como la gimnasia rítmica o el ballet.

En un interesante trabajo publicado en 1970 (*Johnston & Smidt, 1970*) midieron el rango de movimiento que necesitaba la cadera para llevar a cabo distintas actividades. Como conclusión de dicho trabajo, puede decirse que para realizar sin problemas los gestos

habituales de la vida diaria la cadera precisa 120° de flexión, 20° de abducción y otros 20° de rotación externa.

Músculos motores de la cadera (Fernández Fairén, 2000; Miralles & Puig, 1998)

Los grupos musculares periarticulares actúan de manera coordinada y alternativa, en un juego de agonistas-antagonistas, para conseguir la indicada eficacia de movimiento. Al mismo tiempo, son estabilizadores de la articulación y la convierten en el fulcro sobre el que la extremidad inferior y el tronco tomarán apoyo en el cumplimiento de su función.

El flexor principal es el psoas, que por su inserción en el trocánter menor tiene también función de rotación externa de la cadera. Otros músculos flexores, son el recto anterior, el sartorio, el pectíneo, el tensor de la fascia lata que además tiene papel en la rotación interna de la cadera y el aductor medio.

El glúteo mayor es el músculo corto más importante de la cadera, teniendo también función extensora el aductor mayor, y destacando entre los largos los isquiotibiales. Como abductores hay que citar al deltoides de la cadera que es el tensor de la fascia lata, y sobre todo los glúteos medio y menor y en menor medida el glúteo mayor a través de su porción más anterior, en tanto que la aducción está producida por los aductores, el pectíneo, el psoas iliaco y el recto interno.

La cadera rota externamente por la acción de numerosos y potentes músculos dispuestos por detrás del eje vertical de la articulación. Entre ellos citaremos el piramidal, los obturadores externo e interno, los géminos o gemelos y accesoriamente el cuadrado crural, el pectíneo, los isquiotibiales, los glúteos, el sartorio y el psoas iliaco aunque este último de papel controvertido según algunos autores, (Dufour & Pillu, 2006). Por insertarse en la línea áspera, los aductores también son rotadores externos (Miralles & Puig, 1998), si bien debe matizarse (Dufour & Pillu, 2006) ya que únicamente la parte más posterior de ellos, el aductor mayor, desempeña una función de rotación externa, la parte media tendrá una función indiferente, y la anterior una función de ligera rotación medial. Esta diferenciación es más marcada cuando la cadera se encuentra en flexión (en especial al final de la fase pendular, a lo largo de la marcha), situación en la que los aductores frenan la rotación lateral. La rotación interna es promovida por músculos no tan potentes ni tan numerosos, destacando el tensor de la fascia lata y los glúteos mayor y medio, considerándose accesoriamente también los tres aductores cuando la pierna está previamente en rotación externa. (Miralles & Puig, 1998).

La potencia de la rotación externa es tres veces mayor que la de la interna, en la posición acotada, pero puede modificarse si se flexiona la cadera, con lo que mejora la eficacia rotadora interna de los glúteos menor y medio, como se ha expuesto.

1.2.3.- Biomecánica de la rodilla.

La rodilla constituye un elemento fundamental y necesario, dentro de la cadena cinética de la extremidad inferior, para permitir al individuo realizar con normalidad actividades tan vitales como la marcha, la carrera, subir o bajar escaleras, arrodillarse o sentarse. Su compleja anatomía (Jimenez Collado, Guillén & Sobrado, 1994), le permite conjugar dos cualidades aparentemente contrapuestas: movilidad y estabilidad.

Podemos describir dos partes diferenciadas en el estudio de la biomecánica de la rodilla (Viladot Voegli, 2000a), la que afecta a las articulaciones tibiofemoral y patelofemoral.

1.2.3.1.-Biomecánica de la articulación tibiofemoral

Recuerdo anatómico.-

Estructura ósea.-

Los *cóndilos femorales* son dos superficies convexas tanto en sentido sagital como transversal, alargadas de delante atrás y divergentes en sentido posterior. Se deslizan sobre los platillos tibiales. Éstos son diferentes entre sí: el platillo interno es cóncavo hacia arriba en ambos sentidos, mientras que el externo es convexo hacia arriba en sentido sagital y casi plano en sentido transversal. Los radios de curvatura de los cóndilos y de los platillos correspondientes no son iguales, por lo que existe una discordancia de las superficies articulares: el restablecimiento de la congruencia articular corre a cargo de los meniscos.

Las espinas tibiales presentan una forma geométrica troncocónica. Al estar situadas en el surco intercondileo contribuyen a dar a la rodilla una cierta estabilidad, ya que permiten unos movimientos entre fémur y tibia en el plano sagital, pero impiden grandes movimientos laterales o rotaciones intempestuosas.

Las espinas tibiales junto a la concavidad de la meseta interna, que forma un encaje para el cóndilo interno, constituyen la “estabilización ósea de la rodilla”.

Meniscos.-

La incongruencia de las superficies articulares de la articulación tibiofemoral es, como ya se ha expuesto, parcialmente compensada por los meniscos. Éstos son dos estructuras fibrocartilaginosas interrumpidas en las espinas tibiales, por lo que adoptan una forma de media luna con un cuerno anterior y otro posterior. Como los cuernos están más distanciados en el menisco interno, éste tiene forma de C. El menisco externo tiene forma de O.

Los meniscos acompañan a los cóndilos femorales en sus deslizamientos anteroposteriores y en sus rotaciones horizontales sobre la meseta tibial, y al aumentar la congruencia articular, actúan también como elementos estabilizadores de la rodilla. Debido al importante papel que desempeñan en la transmisión de la carga a través de la superficie articular, es por lo que la meniscectomía predispone a la aparición de la artrosis de la rodilla.

Estructura capsuloligamentosa.-

El aparato capsuloligamentoso de la rodilla está formado por un pivote central y unas estructuras periféricas laterales y posteriores. El conjunto tiene una función estabilizadora.

El pivote central está formado por los ligamentos cruzados que se encuentran alojados en la escotadura intercondílea. El anterior se inserta en la superficie preespinal de la tibia y se dirige hacia atrás, afuera y arriba hasta insertarse en el cóndilo externo en una zona alargada en sentido vertical.

El cruzado posterior se extiende desde la superficie retroespinal hacia delante hasta una zona del cóndilo interno alargada en sentido horizontal. Desde su inserción tibial a la condílea ambos ligamentos se torsionan en sentido contrario forzados por la orientación perpendicular de sus áreas de inserción.

En las estructuras periféricas cabe destacar los complejos ligamentosos medial y lateral. El complejo medial, en la cara interna de la rodilla, se encuentra formado en primer lugar por el ligamento capsular anterior. Inmediatamente posterior se extiende el abanico medial formado por las capas superficial y profunda del ligamento lateral interno clásico.

En la zona posteromedial se hallan los tres fascículos de la entidad funcional a la que *Hughston* llamó ligamento oblicuo posterior (*Viladot Voegli, 2000a*).

El complejo ligamentoso lateral, en la cara externa de la rodilla, está mucho menos desarrollado que el medial. Esto es debido al valgo fisiológico y al control efectivo que los ligamentos cruzados ejercen sobre la rotación tibial interna.

La parte anterior del compartimiento está ocupada por la cinta de Maissiat, que es una continuación de la fascia lata hasta su inserción en el tubérculo de Gardy, y que tiene poca importancia como ligamento funcional. En la parte posterior encontramos, entre el cóndilo externo y la cabeza del peroné, el ligamento lateral externo clásico, cruzado en su trayecto por el tendón del poplíteo.

Sistema muscular

El sistema muscular tiene sobre la rodilla una doble misión: por un lado propulsar la movilidad activa y, por otro, al coaptar las superficies articulares, contribuye a su estabilidad.

El músculo más importante es el cuádriceps cuya función es la de extensor de la rodilla, al mismo tiempo que controla de forma pasiva la flexión, y actúa como antagonista de los isquiotibiales y de la gravedad.

El *sartorio*, *recto interno* y *semitendinoso*, que forman la pata de ganso en su inserción tibial, actúan principalmente como flexores de la rodilla, con una potencia entre 4 a 10 veces mayor que la que desarrollan como rotadores internos de la tibia.

También en la cara interna, el *semimembranoso* actúa como un potente flexor, y contribuye a la rotación interna tibial.

En la cara externa, el bíceps ejerce su función como flexor controlando por tanto la extensión, siendo además, rotador externo de la tibia.

Por último, el poplíteo es un rotador interno de la tibia bajo el fémur con escaso poder flexor, y atrae con fuerza el menisco externo hacia atrás.

Cinética.-

Estación bipodal.-

Se considera miembro inferior fisiológico aquel que presenta 5° de desviación en valgo nivel de la rodilla. En estas condiciones el eje mecánico de la extremidad pasa por el centro de la cabeza femoral, por el centro de la rodilla aproximadamente a nivel de las espinas tibiales y por el centro del astrágalo.

En estación bipodal el peso soportado por ambas rodillas es proporcional al segmento del cuerpo que se encuentra por encima de ellas, es decir, muslos, pelvis, tronco, cabeza y extremidades superiores. Esto representa el 85,6 % del peso total del cuerpo. El centro de gravedad de todos los segmentos citados se encuentra a la altura de la tercera vértebra lumbar. El peso concentrado en este centro de gravedad se transmite por la pelvis al suelo a través de ambas extremidades inferiores, por lo que cada rodilla soporta la mitad de la carga (43 %). En estas condiciones el esfuerzo muscular para mantener el equilibrio es prácticamente desechable (*Viladot Voegli, 2000a*).

Estación monopodal.-

En estas condiciones la carga soportada por la rodilla es la misma que en situación bipodal más el peso de la extremidad contralateral. El centro de gravedad de esta masa es distinto del

anterior y está localizado a la altura del disco intervertebral L4-L5. Desde este punto, la fuerza es transmitida al suelo a través de la rodilla. Esta fuerza vendría representada por un vector que pasa por dentro de la articulación de la rodilla, aplicándose tangencialmente sobre ella. Por ello se crea un momento varizante que hará girar la rodilla hacia fuera. Para que esto no ocurra y se mantenga el equilibrio de la extremidad se precisa de una fuerza igual pero de signo contrario que la neutralice; esta fuerza es de origen muscular y está constituida por el tensor de la fascia lata, el bíceps y el glúteo mayor y se transmite a la rodilla por la cintilla de Maissiat.

La aplicación de estas dos fuerzas antagónicas sobre la rodilla crea una resultante R que pasará aproximadamente por el centro de ésta. Cuando la rodilla presenta algún tipo de deformidad axial este sistema de equilibrio se ve seriamente comprometido y el resultado es la sobrecarga mecánica de un comportamiento articular. Se exponen a continuación las dos deformidades más frecuentes.

En el *genu varo* el momento varizante aumenta respecto al momento muscular. La resultante de ambas fuerzas se desplaza hacia dentro pasando por el compartimiento interno, con lo cual éste se ve sobrecargado.

Con respecto al *genu valgo*, en general el valgo es bien tolerado debido a que disminuyen los valores del momento varizante y del obenque externo. Sin embargo, la potencia del obenque externo depende tanto de la rodilla como de la cadera. (Viladot Voegli, 2000a).

Equilibrio en el plano sagital.-

Si se considera la extremidad inferior en una posición de ligera flexión de sus articulaciones, en ella la vertical de su centro de gravedad pasa por el antepié. En esta situación el peso del cuerpo flexionará la pierna sobre el pie. Esto se compensa por el tríceps sural, pasando la resultante de ambas fuerzas por el eje de flexión del tobillo.

Asimismo, el peso del cuerpo tiende a bascular la pelvis hacia delante siendo equilibrada por los isquiotibiales. La resultante de ambas fuerzas cruza el centro de la cabeza femoral y se continúa por detrás de la rodilla. Junto con la tracción de los gemelos ambas fuerzas tienden a flexionar la rodilla. Para mantener el equilibrio se necesita una fuerza por delante de la rodilla que está representada por el cuádriceps. La resultante debe pasar necesariamente por el eje de la flexión de la rodilla.

En el *genu flexo*, esta resultante aumenta la intensidad y se incrementa la fuerza del fémur sobre la tibia. Al mismo tiempo las superficies óseas en contacto disminuyen y se hacen posteriores. Todo ello provocará una sobrecarga articular en este segmento posterior.

Cinemática.-

La rodilla presenta una movilidad en los tres planos del espacio: sagital, frontal y horizontal. El arco de mayor amplitud es el de flexoextensión que se produce en el plano sagital. La flexión activa llega a 140°, la pasiva a 160° y la hiperextensión a 15°. Este movimiento de flexoextensión no es un movimiento simple como el de una bisagra sino que se acompaña de una rotación automática y de un deslizamiento del fémur sobre la tibia

A grandes rasgos podríamos decir que:

1. En extensión, la rodilla se encuentra estabilizada por el autoatornillamiento, el enrosque y tensión de los ligamentos cruzados, por la tensión de las estructuras laterales y posteriores y por la acción del cuádriceps.

2. La flexión-rotación interna-varo está limitada por el complejo ligamentoso externo, por el progresivo autoenrollamiento de los ligamentos cruzados y por el bíceps.
3. La flexión-rotación externa-valgo está controlada por el complejo ligamentoso interno y por los músculos de la pata de ganso y el semimembranoso (*Viladot Voegli, 2000a*).

1.2.3.2.- Biomecánica de la articulación femoro-patelar

Recuerdo anatómico.-

La articulación femoro-patelar (*Goodfellow, Hungerford & Zindel, 1966.; Viladot Voegli, 2000a*) está formada por la tróclea femoral y la rótula. La tróclea está compuesta por la cara anterior de los cóndilos femorales que presentan una estructura asimétrica: el cóndilo externo tiene menor altura que el interno y una distinta inclinación para adaptarse a la forma de la rótula.

La rótula es un hueso sesamoideo incluido en el aparato extensor de la rodilla. Presenta una forma triangular con dos carillas articulares también asimétricas. La carilla externa es más ancha que la interna y con un ángulo de inclinación menor; ambas carillas forman un ángulo de 120°. Este encaje que hace la forma triangular de la rótula en la tróclea femoral contribuye a la estabilidad de la articulación que tiene una tendencia natural a la luxación externa por acción del aparato musculotendinoso.

El aparato extensor de la rodilla está formado por el cuádriceps, la rótula y el tendón rotuliano. Este conjunto debe considerarse como una unidad funcional y tanto cuádriceps como tendón rotuliano sirven para mantener la rótula en posición.

El cuádriceps, situado en el polo superior de la rótula, distribuye sus inserciones de tal modo que el recto anterior se inserta en la parte superficial, y el tendón del crural lo hace en el plano más profundo. Entre ambos, entrecruzando sus inserciones, encontramos el vasto externo y el vasto interno. La inserción del vasto externo presenta una inclinación de alrededor de 30° respecto al eje de la rótula por lo que su contracción tiende a luxarla externamente. La inserción del vasto interno desciende distalmente más que la del externo, y se prolonga por el borde interno de la rótula. Las fibras musculares del vasto interno a medida que descienden se horizontalizan y constituyen la denominada *porción transversal del vasto interno o vasto medial oblicuo* que llega a formar un ángulo de casi 80° con el eje de la rótula. Esta especial configuración del vasto interno tiene importancia para estabilizar la rótula en la tróclea femoral.

El tendón rotuliano grueso de forma cónica se extiende desde el polo inferior de la rótula hasta la tuberosidad anterior de la tibia.

La rótula, para mantenerse en posición, presenta también unos amarres laterales o alerones rotulianos. El alerón rotuliano interno está formado por el retináculo interno que va al cóndilo interno, y por la parte distal del vasto interno. El alerón rotuliano externo está formado por el retináculo externo o ligamento patelofemoral, por la expansión rotuliana del tensor de la fascia lata, y por la parte distal del vasto externo.

Cinética.-

La rótula tiene dos funciones biomecánicas importantes. Por un lado ayuda a la extensión de la rodilla al aumentar el brazo de palanca del cuádriceps a lo largo de todo el arco de

movimiento y de otro permite una mejor distribución de las fuerzas de compresión sobre el fémur ya que aumenta la superficie de contacto entre éste y el tendón rotuliano.

Desde hace casi 50 años (*Kummer, 1962*), se conoce bien el análisis físico de las fuerzas ejercidas sobre la rodilla en el plano sagital. En este plano, sobre la rótula actúan dos fuerzas: una es la del cuádriceps y otra de sentido opuesto, que es la del tendón rotuliano. Con la rodilla en extensión ambas fuerzas se neutralizan. Cuando la rodilla inicia la flexión se crea una fuerza resultante que aplasta la rótula contra el fémur. A medida que aumenta la flexión se incrementa también esta fuerza resultante. Lo mismo ocurre si aumenta el valor de alguna de las fuerzas que se aplican sobre la rótula, que viene representado clínicamente por el aumento de la contracción del cuádriceps.

Durante la marcha normal la fuerza de reacción en la articulación fémoro-patelar es aproximadamente la mitad del peso corporal. En cambio cuando se suben o bajan escaleras, provoca la aparición de unas fuerzas fémoro-patelares del triple del peso corporal. Ello explica el por qué los pacientes que presentan un trastorno fémoro-patelar inician su sintomatología clínica al subir y bajar escaleras.

La articulación fémoro-patelar es la más afectada por la artrosis, ya que un compromiso mecánico tan importante exige una congruencia articular perfecta. Sin embargo, por sus características anatómicas y funcionales se encuentra displasias y subluxaciones que serán el origen de los trastornos.

Cinemática.-

En el movimiento de flexoextensión de la rodilla en el plano sagital, la rótula sufre un desplazamiento de arriba abajo de alrededor de 7 cm sobre la tróclea femoral. En ningún momento del recorrido la rótula presenta toda su superficie de contacto al fémur.

Desde la extensión completa hasta los 90° de flexión tanto el cóndilo interno como el externo se articulan con la rótula. En máxima flexión la rótula queda encajada en el surco intercondíleo.

Las zonas de contacto exactas entre la rótula y la tróclea están condicionadas en gran parte por la forma de la tróclea femoral y de la rótula. Describiéndose clásicamente (*Wiberg, 1941*) tres tipos de rótula en relación con la superficie articular de las carillas interna y externa y su orientación. Afirma que la condromalacia rotuliana es más frecuente en los grupos II y III, que presentan una carilla interna más pequeña y vertical que la carilla externa.

En el movimiento de la rótula en el plano frontal tiene especial relevancia el controvertido *ángulo Q*. Este ángulo determina la orientación axial de la parte proximal del aparato extensor respecto a la distal. Está formado por la intersección en el centro de la rótula de una línea dirigida a éste desde la espina iliaca antero-superior y de otra trazada desde la tuberosidad anterior de la tibia. El valor medio de este ángulo es de 15°, algo menor en el varón y algo mayor en la mujer.

En los primeros 30° de flexión de la rodilla la rótula puede mostrar su inestabilidad encontrándose en una posición superior y externa; el ángulo Q es máximo. A partir de los 30°, la rótula se introduce en el desfiladero troclear, el valor del ángulo Q es cero. El conjunto hace que a partir de los 30° la rótula pierda su inestabilidad y se centre en la tróclea femoral. En algunos casos esta cinemática rotuliana puede alterarse si existe una mala alineación de la rótula o si existe un desequilibrio entre la fuerza de los alerones laterales externo e interno.

En los casos de genu valgo, aumenta el ángulo Q y la rótula se desplaza hacia fuera. Como ya describía Trillat (*Viladot Voegli, 2000a*), clínicamente, se traduce por una *subluxación o luxación rotuliana*.

En los casos de retracción de la aleta rotuliana externa aparece el denominado *síndrome de hipertensión externa* (*Ficat & Hungerford, 1977*), inicio del *síndrome de hiperpresión externa* caracterizado por una basculación sin desplazamiento de la rótula hacia fuera. Este síndrome y la subluxación externa, aunque clínicamente semejantes, desde un punto de vista patogenético son diferentes. La sobrecarga de la parte interna de la articulación fémoro-patelar es mucho menos frecuente.

En el plano longitudinal se encuentran anomalías anatómicas como la *patela baja o alta*. En los casos de patela baja, menos frecuente que la alta, la rótula se encuentra en contacto permanente con la tróclea y se pierde el mecanismo de descarga ya comentado.

La patela alta es causa muy frecuente de *condromalacia* ya que este tipo de rótula precisa un mayor grado de flexión para introducirse en el desfiladero troclear, y permanece durante un mayor arco del movimiento en situación inestable.

1.2.4.- Biomecánica del tobillo.

La articulación del tobillo, debido a su configuración anatómica, es una de las más congruentes y por tanto de las más estables de nuestra extremidad inferior. A través de ella se realizan los movimientos de flexión y extensión del pie. Su correcta estructura resulta fundamental para el mantenimiento de la bóveda plantar y, desde un punto de vista funcional, trabaja junto con las articulaciones subastragalina y de Chopart (*Viladot Voegli, 2000c*).

Recuerdo anatómico.-

La articulación del tobillo está formada por la tróclea astragalina y por la mortaja tibioperonea.

Tróclea astragalina.-

La tróclea astragalina tiene forma de un segmento de cilindro de alrededor de 105°. En el plano horizontal es más ancha por delante que por detrás. La diferencia de anchura ha sido medida por diversos autores; la mayoría coincide en que la parte anterior es de 4 a 6 mm más ancha que la posterior (*Viladot Voegli, 2000c*).

Vista por su parte superior, la superficie de la tróclea es ligeramente acanalada, lo que contribuye a su estabilidad dentro de la mortaja.

En el plano longitudinal, las caras laterales son muy diferentes: la interna se halla poco desarrollada y su arco total es ligeramente inferior al de la externa. Esta última es mucho más amplia y su arco es superior, siendo también el radio de la curvatura mayor que el de la interna. Esta diferencia entre la porción externa e interna de la tróclea hace que en su conjunto no forme un cilindro perfecto, sino más bien un tronco de cono con el vértice hacia la parte interna (*Viladot Voegli, 2000c*).

Esta forma determina que cuando existe un movimiento de flexoextensión el plano sagital, existe otro de aducción-abducción en el plano transversal.

Mortaja tibioperonea.-

Está formada por la zona más distal de los huesos de la pierna. Por parte de la tibia intervienen dos superficies articulares: la cara inferior de su extremidad distal que, al igual que la tróclea astragalina, es más ancha por delante que por detrás, y la cara externa del maléolo tibial para articularse con la cara interna del astrágalo. Por parte del peroné interviene la parte interna del maléolo peroneo que se articula con la carilla correspondiente del astrágalo.

Los dos maléolos son ligeramente divergentes en su porción anterior para adaptarse a la parte anterior de la tróclea astragalina, siendo también los planos que pasan por las carillas articulares de ambos maléolos convergentes hacia atrás.

El maléolo interno tibial se halla poco desarrollado y su principal acción mecánica es mantener las fuerzas de tracción que le llegan a través del ligamento deltoideo. El maléolo externo peroneo es mucho más potente y distal que el interno y encaja con la amplia carilla articular del astrágalo. Trabaja a compresión impidiendo que el talón se derrumbe en valgo.

Por tanto, la mortaja tibioperonea encaja exactamente con la tróclea astragalina. Tiene forma de un semicilindro de 65°, es decir, cubre más de la mitad de la superficie troclear, lo que confiere una gran estabilidad a la articulación.

Con independencia de las estructuras óseas comentadas, que confieren al tobillo una gran estabilidad, existen también unas estructuras capsuloligamentosas que participan en la estabilidad de la articulación y que forman parte de lo que Neer denomina mecanismo de aprensión elástica del astrágalo dentro de la mortaja tibioperonea. Según este concepto, el astrágalo quedaría encerrado en un círculo elástico con unos topes óseos: el pilón tibial, los maléolos y la articulación subastragalina. La cápsula y los ligamentos de la articulación tibioperoneoastragalina serían los responsables de proporcionar la elasticidad al conjunto (*Viladot Voegli, 2000c*).

Exponiendo las dos articulaciones de forma independiente.

Articulación tibioperonea inferior.-

Esta articulación es una artrodia con muy poca movilidad y se encuentra desprovista de cápsula. Está unida por tres ligamentos:

1. *Ligamento interóseo*. Ocupa el espacio entre los dos huesos y es una prolongación de la membrana interósea. Está constituido por unos fascículos cortos que se dirigen oblicuamente hacia abajo y afuera.
2. *Ligamento anterior*. Es una delgada cintilla fibrosa que se dirige oblicuamente hacia abajo y afuera desde la cara anterior del pilón tibial hasta el borde anterior del maléolo peroneo.
3. *Ligamento posterior*. Mucho más grueso y resistente que el anterior, sigue también un trayecto oblicuo hacia abajo y afuera, desde la parte posteroexterna del pilón tibial hasta el borde posterior del maléolo peroneo.

Articulación tibiotaliana.-

Es una articulación troclear que presenta cápsula y ligamentos. De éstos, los más importantes son los laterales.

El ligamento lateral externo está constituido por tres fascículos:

- Peroneoastragalino anterior

- Peroneocalcáneo:
- Peroneoastragalino posterior:

El ligamento lateral interno es el más resistente y se compone de dos planos, un plano superficial en el que el ligamento forma el *ligamento deltoideo de Farabeuf* que se extiende como un abanico, y un plano profundo, tibioastragalino.

Cinemática.-

El tobillo presenta un movimiento principal que tiene lugar en el plano longitudinal, y que es el de flexión plantar y dorsal del pie. En general se acepta que existen alrededor de 15-20° de dorsiflexión y 40-50° de flexión plantar. El centro de giro de este movimiento de flexoextensión se encuentra en el astrágalo.

Hay que resaltar la perfecta congruencia que existe entre la tróclea y la mortaja tibioperonea, cubriendo esta última un ángulo de 65°, más de la mitad de la superficie de la tróclea. Si pensamos que durante la marcha normal, en el período de apoyo de la extremidad, el arco de movimiento es sólo de 25°, el conjunto explica la poca incidencia de artrosis que presentan los tobillos normales.

El ligamento deltoideo, en la parte interna, controla el valgo del calcáneo y el cajón anterior del tobillo: la sección de éste provocará un cajón rotatorio externo que hará bascular el astrágalo fuera de la mortaja.

El ligamento lateral externo controla el movimiento de inversión del talón gracias a la peculiar orientación que tienen sus fascículos con respecto a la mortaja tibioperonea. En posición neutra del tobillo, el ligamento peroneo-astragalino anterior y el peroneo-calcáneo impedirán la inversión del talón. En flexión dorsal máxima, la inversión es frenada por el ligamento peroneo-calcáneo. En flexión plantar máxima el peroneo-astragalino anterior el que controla la inversión del talón, además de evitar el cajón anterior. El hecho de que las entorsis del tobillo se producen normalmente con el tobillo en flexión plantar y con un movimiento de inversión del pie, explica por qué el ligamento peroneo-astragalino se afecta con mayor frecuencia.

El hecho de que la tróclea astragalina sea más ancha por delante que por detrás en el plano horizontal hace que en el movimiento de flexión dorsal el maléolo peroneo, más móvil, deba realizar un movimiento de separación o abducción, ascenso y rotación externa. El conjunto ensancha la mortaja tibioperonea aproximadamente 2 mm y permite alojar en su interior la tróclea. En flexión plantar ocurre lo contrario.

La perfecta armonía del movimiento de flexoextensión del tobillo requiere como se ha expuesto un correcto funcionamiento de la pinza maleolar. Ello explica que cuando se produce una fractura a este nivel, si no es bien reducida, la disminución de la movilidad y la artrosis aparecen con gran rapidez.

Cinética.-

Como ya se ha indicado, el tobillo tiene una amplia superficie de carga lo cual determina que las presiones que soporta el cartílago articular sean inferiores a las de la cadera o la rodilla, siendo además el motivo que justifica que la artrosis esencial de tobillo sea poco frecuente.

En situación bipodal, en la que la acción muscular es mínima, cada tobillo soporta aproximadamente la mitad del peso del cuerpo.

Para calcular la magnitud de estas fuerzas en el plano sagital podemos considerar el pie como una palanca de segundo género, en el que el punto de apoyo está constituido por el apoyo metatarsiano, la resistencia la constituye el peso del cuerpo que es transmitido por la tibia al pie a través del tobillo, y la fuerza es ejercida por el tendón de Aquiles, tendón que es el más potente del organismo después del rotuliano, a través de su inserción en el calcáneo.

La distancia que separa el punto de apoyo de la resistencia, se llama brazo de resistencia, y la que separa la fuerza del punto de apoyo, brazo de fuerza o potencia. En el pie, el segundo es más largo que el primero, lo cual permite al tendón de Aquiles elevar el peso del cuerpo.

Durante la marcha, al final del periodo de apoyo el tendón de Aquiles ejerce su fuerza de tracción máxima para levantar el pie del suelo e impulsarlo hacia delante en el periodo oscilante. En este momento el tobillo está sometido a una fuerza de compresión máxima que se ha calculado puede alcanzar cinco veces el peso del cuerpo.

Visto el tobillo en el plano frontal, el pie tiene tendencia a caer en pronación. El potente maléolo externo situado en la parte externa trabaja a compresión frenando este movimiento, mientras que el ligamento deltoideo en la parte interna, frena este movimiento trabajando a tracción sobre el maléolo tibial (*Viladot Voegli, 2000c*).

1.2.5.- Biomecánica del pie

El pie es la base de sustentación de nuestro aparato locomotor. Gracias a él son posibles la bipedestación y la marcha, y por su peculiar biomecánica, tiene la capacidad de convertirse en una estructura rígida o flexible en función de las necesidades para las que es requerido y las características del terreno en que se mueve. Por otra parte, el pie constituye una puerta de entrada fundamental para los estímulos propioceptivos y exteroceptivos que, por un mecanismo de *feed-back*, nos permite mantener el equilibrio tanto en situación estática como en dinámica (*Viladot Voegli, 2000b*).

Recuerdo anatómico.-

Está constituido por tres partes fundamentales: la bóveda plantar, su apoyo posterior o talón y su apoyo anterior o antepié. (*Viladot Voegli, 2000b*).

Bóveda plantar.-

La parte superior de la bóveda, que soporta fuerzas a compresión, está formada por los huesos; la inferior, que resiste esfuerzos de tracción, está constituida por ligamentos, aponeurosis y músculos cortos, que son las estructuras preparadas mecánicamente para esta función.

Pueden distinguirse en ella unos arcos longitudinales y otros transversales.

Los *arcos longitudinales*, convexos hacia arriba, parten del calcáneo hacia la porción anterior. Son tanto más elevados cuanto más internos. En número de cinco, corresponde cada uno a un metatarsiano.

Los tres arcos internos, dotados de más movilidad, constituirían el “pie dinámico” o pie astragalino. Los dos externos con menos movilidad representarían el arco de apoyo, el “pie estático” o pie calcáneo. Mientras los primeros son fundamentales para el movimiento, los segundos lo son para el apoyo.

Los *arcos transversales* son convexos por detrás, pero se hacen cóncavos y se aplanan a medida que se acercan al apoyo anterior. Por su parte externa contactan con el suelo, siendo su extremo interno el más elevado.

La bóveda plantar mantiene su forma gracias a una serie de estructuras que la estabilizan. Los huesos contribuyen al mantenimiento de la bóveda plantar debido a que encajan perfectamente entre sí a través de sus superficies articulares, del modo como lo harían las piezas de un puzzle. Ahora bien, si dejamos las piezas óseas aisladas, el esqueleto del pie se derrumba, se aplanan y cae hacia dentro en un movimiento de pronación del tarso. Para que esto no ocurra y el pie se mantenga en posición fisiológica, es necesaria la acción estabilizadora de las estructuras fibroelásticas: las cápsulas y los ligamentos.

Con el pie en reposo, los músculos no tienen acción directa alguna en el mantenimiento de la forma de la bóveda. Un pie absolutamente paralizado mantiene la forma normal. Lo mismo ocurre en un individuo anestesiado. Ahora bien, la situación de reposo absoluto o *standing static* no existe en el ser vivo. Lo normal como dice Smith es el *standing dynamic*: el cuerpo tiene un pequeño balanceo producido por la acción de la gravedad que tiende a hacerle caer, y así se pierde el equilibrio normal entre las fuerzas del pie. Entonces, cuando los ligamentos son sometidos a un estrés superior a su resistencia, los músculos actúan ayudando a los ligamentos a vencer las fuerzas gravitatorias contrarias a la postura bípeda. Por tanto, tienen una acción subsidiaria activa en el mantenimiento de la bóveda (*Viladot Voegli, 2000b*).

Como describió ya hace tiempo Ombrédanne, los tendones de los músculos largos representarían en el pie las diversas cuerdas que harían mover una marioneta. Su contracción provoca distintos movimientos. El equilibrio entre todos ellos, con actividad o sin ella, mantiene la forma normal. La ruptura de este equilibrio deforma el pie (*Viladot Voegli, 2000b*).

Además de todas las estructuras comentadas, para el mantenimiento del pie en posición fisiológica es absolutamente necesario que la pinza maleolar sujete el astrágalo y mantenga el talón correctamente alineado como se expone a continuación.

Talón.-

Es la parte más característica del pie humano, gracias a la cual es posible la bipedestación y la marcha. Visto por detrás, el talón debe seguir la línea de Helbing (vertical que pasa por el centro del hueso poplíteo y por el centro del talón), o desviarse alrededor de 5° de valgo, lo cual contribuye a amortiguar el choque del talón con el suelo durante la marcha.

Estabilidad del talón.-

Debido a la tendencia a caer en valgo y pronación, existen unos elementos que actúan a compresión, impidiendo la caída al ejercer de tope a la excesiva pronación, y otros que actúan a distensión, limitando por tracción dicho movimiento. Así, la *estabilidad del talón en el plano frontal* vendrá dada por:

1. El maléolo peroneo.
2. El sistema de *sustentaculum tali*. Está formado por unas trabéculas verticales en el calcáneo que mantienen la carilla articular anterointerna, y que sostiene la plataforma simétrica del astrágalo en la cual terminan, a su vez, unas trabéculas verticales procedentes de la tibia.

Entre los ligamentos que frenan el valgo destacan:

1. El ligamento deltoideo.

2. El ligamento interóseo tibioperoneo.
3. El ligamento astragalocalcáneo de la articulación subastragalina, que impide la separación entre astrágalo y calcáneo.

Al igual que sucedía en la bóveda, los músculos también participan de manera secundaria al mantenimiento de la estabilidad del talón en el sentido frontal. En este aspecto destacamos:

1. La acción de los tres tendones retromaleolares internos (tibial posterior, flexor común y flexor propio del primer dedo), que al pasar por el canal tarsiano, por debajo del *sustentaculum tali*, contribuyen a la estabilización de éste.
2. La propia inserción de los músculos en los dos huesos de la pierna. Como muy bien ha resaltado Lequeur, la simple contracción de los músculos largos del pie tiende a cerrar la mortaja y fuerza la aproximación de la tibia al peroné (*Viladot Voegli, 2000b*).

En cuanto a la estabilidad del talón en el plano sagital, además del ligamento interóseo subastragalino, la estabilidad conjunta del tarso posterior se mantiene gracias al sistema calcáneo-aquileo-plantar, que se describe a continuación.

Se halla constituido por tres elementos: *a)* el tendón de Aquiles, que transmite al pie toda la potencia del tríceps sural (gemelos y sóleo); *b)* el sistema trabecular posteroinferior del calcáneo, individualizado en el niño formando la epífisis posterior de éste, y *c)* parte de los músculos cortos del pie, en especial el flexor corto y el abductor del dedo gordo.

En conjunto, el sistema constituye una unidad funcional, similar al aparato extensor de la rodilla, que sirve para colocar el pie en equinismo. Su acción es básica en la fase de despegue de la marcha normal, sin la cual movimientos tan propios del ser humano, como son la carrera, el salto o la danza, serían completamente imposibles. La porción ósea intermedia, las trabéculas posteriores del calcáneo, actuarían como un gran sesamoideo, una rótula que transmitiría la potencia flexora del tríceps sural al antepié.

Antepié.-

Cuando se examinan los diversos tipos de antepiés, se aprecia una variabilidad en la terminación anterior de los dedos y los metatarsianos, que da origen a las llamadas fórmulas digital y metatarsal.

Fórmula digital.-

Según la longitud relativa de los dedos, los pies se clasifican en: *pie griego*, cuando el dedo gordo es más corto que el segundo y cada uno de los siguientes va haciéndose más corto con relación con el segundo; *pie cuadrado*, cuando el dedo gordo es aproximadamente igual al segundo y los demás van decreciendo en longitud, y *pie egipcio*, cuando el dedo gordo es más largo que el segundo y los demás progresivamente más cortos.

Fórmula metatarsal.-

Si examinamos radiografías de antepiés, encontramos tres tipos de terminación de los metatarsianos: *a) index minus*, cuando el primer metatarsiano es más corto que el segundo y los demás cada vez más cortos; *b) index plus minus*, el primero y el segundo son sensiblemente iguales, y *c) index plus*, el primer metatarsiano es más largo que el segundo.

Cualquiera de estos tipos de fórmula metatarsal o digital es completamente normal y pueden combinarse entre sí de manera indistinta. Ahora bien, existe mayor frecuencia de alteraciones biomecánicas del antepié en los casos del dedo gordo largo de tipo egipcio. Cuando se

combina con un metatarsiano débil, corto y en varo, aparece el *hallux valgus*. Cuando lo hace con un primer metatarsiano *index plus*, potente y recto, existe una predisposición al *hallux rigidus* o a la sesamoiditis (Viladot Voegli, 2000b).

Apoyo metatarsal.-

En la actualidad pueden considerarse superadas tanto la vieja teoría del trípode, según la cual el pie sólo se apoyaba por las cabezas del primero y quinto metatarsianos, como su contraria, defendida por algunos autores alemanes, de que el máximo apoyo recaía en la cabeza de los metatarsianos centrales, basándose en la frecuencia de las callosidades en esta región. Desde los trabajos de Morton (Viladot Voegli, 2000b), la mayoría de autores admite que todos los metatarsianos soportan carga. Si consideramos como de seis unidades la carga que llega al antepié, una unidad cae en cada uno de los últimos metatarsianos y dos a través de cada uno de los sesamoideos en el primer metatarsiano que está más desarrollado y es por tanto más potente. El primer metatarsiano soporta, como mínimo, el doble de peso que cada uno de los restantes.

Con el pie en situación de carga no existe por tanto el arco anterior que describían los autores clásicos en el plano frontal. Este arco sólo lo podemos encontrar con el pie en descarga. Ahora bien, tal como señala Lake (Viladot Voegli, 2000b), los metatarsianos forman un tronco de cono que se ensancha ligeramente de atrás adelante y que al llegar al suelo forman un arco de concavidad posterior en el plano horizontal. La desestructuración de este arco por diferencias en la longitud de los diferentes metatarsianos es causa de importantes metatarsalgias de origen biomecánico.

La tendencia natural del antepié, bajo el efecto del peso del cuerpo, es abrirse como un abanico en el plano transversal y a la desalineación de las cabezas metatarsianas en el plano frontal. Para evitar estos movimientos tienen especial relevancia la acción de los ligamentos y músculos. Entre los ligamentos los más importantes son el ligamento de Lisfranc, ya comentado, y el *ligamento intermetatarsiano transverso*, refuerzo de la fascia plantar que evita que los metatarsianos se desparramen. La misma acción es ejercida de forma activa por el fascículo transversal del abductor del *hallux*.

La acción de los músculos y ligamentos en las articulaciones metatarsofalángicas se expone más adelante en el apartado de la cinemática de estas articulaciones.

Cinemática.-

El pie posee un conjunto de articulaciones que le permiten el movimiento en los tres planos del espacio. Estos movimientos son de flexión-extensión, rotación interna (aducción)-rotación externa (abducción) y pronación-supinación. Desde un punto de vista funcional podemos agrupar las articulaciones en dos grandes grupos:

1. *Articulaciones de acomodación*. Tienen como misión amortiguar el choque del pie con el suelo y adaptarlo a las irregularidades del terreno. Son las articulaciones del tarso y tarsometatarsianas.
2. *Articulaciones de movimiento*. Tienen principalmente una función dinámica, siendo fundamentales para la marcha. Son la del tobillo y las de los dedos.

Articulaciones de acomodación.-

Son las articulaciones subastragalina y de Chopart, que ejercen su acción conjuntamente, las articulaciones entre los huesos del tarso anterior y la articulación de Lisfranc. Son todas

importantes, aunque por su implicación patomecánica en el ballet, vamos a realizar una especial mención sobre esta última.

La misión de la articulación de Lisfranc es la de adaptación al suelo del apoyo metatarsal. Algunos estudios (*De Doncker & Kowalski, 1970*) consideran tres articulaciones tarsometatarsianas : *interna*, formada p la primera cuña y el primer metatarsiano; *media*, formada por dos cuñas y los dos metatarsianos centrales, y *externa*, constituida por el cuboides y los dos metatarsianos externos.

Cada una de estas articulaciones se halla reforzada por una serie de ligamentos do sales y plantares, así como por unos ligamentos interóseos. De estos últimos, los principales son: el llamado *ligamento de Lisfranc* que *une* el segundo metatarsiano al primer cuneiforme, y es la clave de esta articulación, y otro que se extiende desde el segundo y tercer metatarsianos a los dos cuneiformes siguientes.

La articulación interna forma una línea ligeramente cóncava hacia atrás, cuyo eje mayor, prolongado hacia fuera, cortaría el quinto metatarsiano aproximadamente por porción media. Algunos autores consideran que una mayor oblicuidad o una dirección arciforme de la articulación cuneometatarsiana, facilitaría la desviación del metatarso en varo y con ello el *hallux valgus*.

En la articulación externa cabe destacar que el plano de ésta es ligeramente oblicuo hacia abajo y hacia dentro, en especial en la articulación entre el quinto metatarsiano y el cuboides, en el cual el eje que prolongaría el plano articular tocaría el primer metatarsiano por su porción más distal.

En conjunto, la posibilidad de movimiento en la articulación de Lisfranc media es mucho más limitada que los movimientos en las articulaciones de Lisfranc laterales. La central sería prácticamente rígida, en tanto que, la externa y la interna tendrían una amplia movilidad hacia abajo y adentro. La central actúa como el cuerpo de un pájaro y. las laterales, como las alas de éste. Estas últimas poseerían un efecto estabilizador. Cuando levantamos el pie del suelo, se dirigen hacia abajo el primer metatarsiano y los dos últimos, mientras que se colocan en el plano horizontal cuando se carga el pie. Por eso, con el pie en descarga descienden más el primero y el quinto metatarsianos, y aparece el arco transversal lo cual no ocurre con la bipedestación (*Viladot Voegli, 2000b*).

Articulaciones de movimiento.-

Articulaciones de los dedos.-

Las articulaciones metatarsofalángicas, complementadas por las interfalángicas, constituyen junto con el tobillo lo que se denomina “articulaciones de movimiento”, dada su importancia durante la marcha (*Viladot Voegli, 2000b*). Debe destacarse, sin duda, por su importancia en el ballet, la articulación del dedo gordo.

La articulación metatarsofalángica del *dedo gordo*, además de la cabeza metatarsiana y la cavidad glenoidea de la falange, tiene en su cara plantar el sistema glenosésamoideo formado por el cartílago glenoideo, que amplía la cavidad de la falange con la que se halla íntimamente solidario, y en el interior de la cual existen unas osificaciones muy unidas al resto del cartílago, los dos sesamoideos, cuya unión está reforzada, a su vez, por un ligamento intersésamoideo.

En los *sesamoideos* se insertan los músculos plantares cortos de la parte interna de pie (en el interno, el flexor y el aductor; en el externo, el flexor y los dos fascículos del abductor), cuya fuerza, es transmitida al dedo gordo a través de los ligamentos gleno-falángicos. Son como

una rótula que lleva la contracción muscular hacia el dedo gordo, el cual es mantenido con fuerza contra el suelo durante la posición de puntillas o media punta en ballet, con lo cual conservan el equilibrio de todo el cuerpo humano en esta postura.

Así, y gracias a este sistema, en los movimientos de flexoextensión del metatarsiano la cabeza de éste gira sin trasladarse, manteniendo constantemente aplicado al suelo todo el dedo (*Viladot Voegli, 2000b*).

En resumen podemos decir que el conjunto de las articulaciones del pie realizan los movimientos de flexión-extensión, rotación interna (aducción)-rotación externa (abducción) y pronación-supinación.

Debe destacarse que los movimientos de estas articulaciones no pueden realizarse aislados sino que se efectúan de forma conjunta constituyendo los *movimientos de inversión y eversión* del pie que ya han sido comentados.

Los músculos encargados de estos movimientos se engloban en dos grandes grupos: a) músculos largos o extrínsecos, cuyo vientre muscular se encuentra por encima del tobillo y el tendón termina en el pie, y b) músculos cortos o intrínsecos, que empiezan y terminan en el propio pie.

Los músculos largos situados en la pierna se clasifican en cuatro grupos según su topografía y función:

1. *Grupo anterointerno*. Está formado por los extensores de los dedos y el tibial anterior. Cuando actúan normalmente los lumbricales e interóseos, que mantienen fijos los dedos al metatarsiano, la acción conjunta de este grupo muscular es la flexión dorsal del pie. El tibial anterior, junto con el posterior, también tiene una acción inversora.
2. *Grupo externo*. Está constituido por los peroneos y tiene como función principal la eversión del pie; secundariamente, son flexores plantares. *Grupo posterior superficial*. Es, con mucha diferencia, el más potente. Formado por el tríceps sural que a través del tendón de Aquiles es un flexor plantar.
3. *Grupo posterior profundo*. Formado por los flexores de los dedos y el tibial posterior, que es otro flexor plantar. El flexor propio del dedo gordo adquiere especial importancia al presionar el dedo contra el suelo en la fase de despegue de la marcha. En conjunto, los flexores de los dedos, más que flexionarlos, son “presores” de los dedos contra el suelo en la fase de despegue del paso. El tibial posterior ayuda al anterior en su función de inversión.

1.3.-Anatomía funcional aplicada a la técnica. Biomecánica del ballet.

En este epígrafe, se van a considerar:

- Técnica y coordinación neuromuscular propioceptiva.
- Anatomía funcional aplicada a la técnica.
- Postura y grupos musculares.
- Modificaciones biomecánicas que generan patología. Patomecánica del ballet.

1.3.1.-Técnica y coordinación neuromuscular propioceptiva.

La enseñanza de la danza es una forma de entrenamiento que propicia la coordinación neuromuscular y la automatización de gestos técnicos que afectando a muchos grupos musculares distintos da lugar a la serie de movimientos deseada. Estos patrones multimusculares automáticos preprogramados se conocen con el nombre de *engramas* (Howse, 2002b)

Son necesarias repeticiones constantes y *exactas* para dar lugar a un *engrama*, y que de esta forma no se preste un pensamiento consciente a músculos o movimientos concretos. La retroalimentación propioceptiva proporciona un control subconsciente y consciente del movimiento, y es esto lo que proporciona a la conciencia el conocimiento sobre si el movimiento se efectuó con éxito o no. Estos *engramas* automáticos sólo pueden desarrollarse mediante una repetición voluntaria del programa preciso sin ninguna variación en absoluto entre las repeticiones. Esto debe realizarse con una extremada precisión, e inicialmente lo suficientemente lento como para ser preciso, permitiendo de esta manera que posteriormente, un movimiento complicado se realice con bastante más rapidez.. También es importante darse cuenta de que al mismo tiempo que se están produciendo esos movimientos, el *engrama* también produce una inhibición de movimientos no deseados, parte esencial de la regulación de la coordinación. Así, la coordinación de las acciones más rápidas, complejas y que requieren una mayor habilidad son automatizadas mediante *engramas* en lugar de mediante una serie de movimientos voluntarios y controlados.

La activación del *engrama(s)* es voluntaria y se halla bajo control consciente. Al aprender patrones de ejercicios y la técnica de la danza o la técnica de cualquier otro movimiento, la precisión es absolutamente vital para desarrollar el *engrama* correcto. Si se permiten las imprecisiones durante el desarrollo de la técnica, esto provocará “malos hábitos” y estas imprecisiones o “malos hábitos” se convertirán en un *engrama*. Una vez que haya tenido lugar esto, la modificación del *engrama* será extremadamente difícil y reclamará que esa parte de la técnica sea aprendida de nuevo desde el principio. De aquí la importancia de aprender cualquier serie compleja de movimientos con precisión desde el principio.

No obstante, la realidad es que una acción suele estar formada por una serie de *engramas*, siendo la suma de los *engramas* la que produce el resultado final, que se alcanza a través de la selección de los *engramas* almacenados por parte del cerebro, uniéndolos para conseguir el resultado deseado.

1.3.2.-Anatomía funcional aplicada a la técnica.

Debemos considerar que en cualquier actividad deportiva, y sobre todo en actividades atléticas como el ballet, en las que la técnica y el control del gesto resultan imprescindibles, que sólo cuando existe un adecuado equilibrio entre músculos agonistas y antagonistas de todos los grupos musculares del tronco y extremidades, sobre todo inferiores, podemos obtener la postura y el equilibrio del peso correctos durante la ejecución de la técnica del ballet.

Los músculos de la extremidad inferior son de mucha mayor importancia e interés para los bailarines que los de las extremidades superiores, siendo interesante el papel de los que de una u otra forma están relacionados con la cadera, que por otra parte son los que más se lesionan junto a los del grupo gemelar, en la patomecánica y biomecánica de esta disciplina atlética.

Los grupos musculares periarticulares actúan de manera coordinada y alternativa, en un juego de agonistas-antagonistas, para conseguir la indicada eficacia de movimiento. Al mismo tiempo, son estabilizadores de la articulación y la convierten en el fulcro sobre el que la extremidad inferior y el tronco tomarán apoyo en el cumplimiento de su función.

El flexor principal es el psoas, que por su inserción en el trocánter menor tiene también función de rotación externa de la cadera, aunque no todos los autores están de acuerdo. Otros músculos flexores, son el recto anterior, el sartorio, el pectíneo, el tensor de la fascia lata que además tiene papel en la rotación interna de la cadera y el aductor medio.

El glúteo mayor es el músculo corto más importante de la cadera, teniendo también función extensora el aductor mayor, y destacando entre los largos los isquiotibiales. Como abductores hay que citar al denominado deltoides de la cadera que es el tensor de la fascia lata, y sobre todo los glúteos medio y menor y en menor medida el glúteo mayor a través de su porción más anterior, en tanto que la aducción está producida por los aductores, el pectíneo, el psoas iliaco y el recto interno (*Fernández Fairén, 2000; Miralles & Puig, 1998*).

Además, el tensor de la fascia lata ayuda a extender la rodilla. Si está carece de elasticidad, puede desempeñar un importante papel en el desplazamiento lateral de la rótula y en la provocación de dolor en la parte anterior de la rodilla, siendo uno de los factores etiopatogénicos implicados en el síndrome fémoro-patelar (*Howse, 2002a*).

La cadera rota externamente por la acción de numerosos y potentes músculos dispuestos por detrás del eje vertical de la articulación. Entre ellos citaremos el piramidal, los obturadores externo e interno, los géminos o gemelos y accesoriamente el cuadrado crural, el pectíneo, los isquiotibiales, los glúteos, el sartorio y el psoas iliaco aunque este último de papel controvertido según algunos autores, (*Dufour & Pillu, 2006*).

Por insertarse en la línea áspera, los aductores también son rotadores externos (*Miralles & Puig, 1998*), si bien debe matizarse (*Dufour & Pillu, 2006*) ya que únicamente la parte más posterior de ellos, el aductor mayor, desempeña una función de rotación externa, la parte media tendrá una función indiferente, y la anterior una función de ligera rotación medial. Esta diferenciación es más marcada cuando la cadera se encuentra en flexión (en especial al final de la fase pendular, a lo largo de la marcha), situación en la que los aductores frenan la rotación lateral).

Cuando el bailarín está en apoyo monopodal, los aductores ayudan a estabilizar la pelvis actuando en contra de los abductores. Es el equilibrio entre estos dos grupos de músculos, los aductores y los abductores, además del equilibrio entre los flexores y los extensores, lo que estabiliza la pelvis cuando el bailarín está trabajando, especialmente en la pierna que soporta el peso. Solo mediante una pelvis estable en apoyo monopodal, podemos resaltar suficientemente la que está en movimiento y conseguir la fluidez necesaria. La debilidad de cualquiera de estos grupos de músculos conducirá a la inestabilidad, a las contracturas musculares y a la lesión muscular.

La rotación interna es promovida por músculos no tan potentes ni tan numerosos, encontrándose por delante del eje vertical de la articulación, destacando el tensor de la fascia

lata y los glúteos mayor y medio, considerándose accesoriamente también los tres aductores cuando la pierna está previamente en rotación externa. (*Miralles & Puig, 1998*).

Por tanto muchos de los músculos relacionados con la cadera, tienen un efecto rotador que es mayor o menor según la situación de su línea de acción respecto al centro de la cabeza femoral y, como es lógico, en ello desempeña un papel determinante la posición inicial de la articulación. Por ejemplo, la acción rotadora externa del glúteo mayor es mucho más acusada con la cadera en flexión. En extensión, los glúteos medio y menor son abductores, y sus fibras anteriores o posteriores pueden ayudar en la rotación interna o externa, respectivamente. En cambio, en flexión, ambos glúteos pasan a ser predominantemente rotadores internos.

También debe tenerse en cuenta que en la fuerza o momento producido por la contracción de esos músculos interviene no sólo su volumen sino su brazo de palanca respecto al centro de rotación de la cadera. Comparando los momentos generados por los grupos antagonistas, la relación flexores/extensores es superior para estos últimos (251/290), la de abductores es superior a la de los aductores (347/210), y la de rotadores externos muy superior a la de los rotadores internos (146/54), en extensión. Con respecto a los rotadores, cabe destacar que si bien la potencia de la rotación externa es tres veces mayor que la de la interna en extensión, esta puede modificarse si se flexiona la cadera, con lo que mejora la eficacia rotadora interna de los glúteos menor y medio (*Howse, 2002a*).

1.3.3.-Postura y grupos musculares.

La estabilización del tronco la consiguen los extensores de la columna vertebral, ayudados por pequeños músculos cortos intervertebrales, y los flexores del tronco que en su mayor parte están constituidos por los músculos abdominales. El tronco debe estar equilibrado sobre las extremidades inferiores. Esto se consigue mediante el equilibrio entre los extensores de la cadera, principalmente glúteos, y los flexores de la cadera, que controlarán entre ambos la inclinación de la pelvis.

De la misma forma a nivel de las rodillas y en bipedestación, será importante el equilibrio entre el cuádriceps y los isquiotibiales para mantener una posición neutra en extensión. No obstante, es frecuente entre los bailarines un cierto grado de hiperextensión, muchas veces debido a errores técnicos por intentar dejar el centro de gravedad del peso del cuerpo demasiado atrás y en otras por problemas patomecánicos como en el caso de una rotación externa natural de cadera débil, y que provocará tras un componente pronatorio de pies y estrés de las estructuras mediales y peripatelares de rodilla, en ocasiones un recurvatum con pseudopatela alta y una sintomatología dolorosa de la cara anteromedial de rodilla.

Tanto el recto femoral, parte del cuádriceps, como todos los músculos isquiotibiales, pasan, respectivamente, por delante y por detrás de la articulación de la cadera, con lo que desempeñan un papel en la estabilización de la pelvis en relación con los muslos.

Por debajo de la rodilla, la estabilidad depende de una constante interacción entre el triceps sural, flexor plantar del pie y los flexores dorsales del pie que en función de su localización serán principalmente el tibial anterior, extensor común dedos y también el grupo peroneo, todos ellos con otras funciones simultáneas y en adecuado equilibrio con sus antagonistas en el tobillo como es el caso del tibial posterior, entre otros. En el propio pie, los músculos intrínsecos mantendrán los arcos longitudinal y transversal. Como ocurría con otros músculos

biarticulares más proximales, el gastrocnemio, que pasa por detrás de la rodilla, originándose en la parte posterior del extremo inferior del fémur, también desempeñará un papel importante en el equilibrio postural de la rodilla.

En apoyo monopodal, la línea del centro de gravedad se desplaza lateralmente, con lo que pasa a través del pie de soporte sin que el tronco y la pelvis sufran cambios. La cadera de la pierna de soporte es aducida y la estabilidad se consigue mediante la interacción entre los músculos aductores y abductores glúteo medio, glúteo menor y tensor de la fascia lata, ya que el glúteo mayor es extensor de la cadera.

En la posición de *dehors*, la postura sigue siendo básicamente la misma, pero el área que soporta el peso sobre el suelo es mucho más estrecha desde la parte anterior a la posterior, con lo que el equilibrio entre los grupos musculares agonistas y antagonistas que regulan la postura deberá ser mucho más fino y preciso para mantener el correcto equilibrio con el mínimo esfuerzo (*Howse, 2002a*)

1.3.3.1 Dehors

La rotación externa de los miembros inferiores está sometida a la altura de la cadera, a una serie de restricciones, tanto óseas, como musculares y capsulo-ligamentosas.

La configuración de los huesos de la articulación de la cadera, la profundidad de la cavidad del acetábulo y el ángulo en el que la cabeza y el cuello femorales se encuentran implantados sobre la diáfisis femoral, provocan una limitación a la amplitud del movimiento que no puede modificarse mediante ejercicios ni estiramientos.

Con respecto a las estructuras capsulo-ligamentosas, estas son, principalmente, los ligamentos iliofemorales, el ligamento isquiofemoral y el pubofemoral. Su tensión limitará el *dehors*, siendo importante este aspecto a la hora de valorar el comienzo del entrenamiento del *dehors*, ya que resultará extremadamente difícil estirar los ligamentos y, en menor grado, las cápsulas articulares tras la pubertad, debido a la maduración del tejido fibroso del que estas estructuras están compuestas.

Con respecto a las estructuras musculares, destacar que la falta de elasticidad, especialmente en los aductores, y más tras lesiones, puede desempeñar una limitación para ampliar el grado de en-dehors, siendo muy importante la recuperación a través de un adecuado programa de rehabilitación que incluya estiramientos de intensidad progresiva.

El control del en-dehors se realiza mediante la interacción entre los rotadores externos y los internos de la articulación de la cadera, teniendo un papel representativo en la rotación externa el grupo de músculos aductores, que es equilibrada principalmente por el músculo psoas ilíaco. Los pequeños músculos que se encuentran alrededor de la articulación de la cadera son estabilizadores de ésta y apenas desempeñan un papel en la rotación externa o la interna.

Si bien cuando la rodilla está flexionada hay un cierto grado posible de rotación activa y pasiva en la articulación de la rodilla, esto no sucede cuando la rodilla está extendida. No obstante, se puede obtener una pequeña cantidad suplementaria de rotación externa en bipedestación, debido a la fricción entre los pies y el suelo, lo que puede utilizarse para proporcionar una fuerza de rotación externa pasiva a toda la pierna, y esto puede producir una rotación entre la rodilla y el pie. Esta rotación externa pasiva tiene unos resultados muy

perjudiciales, ya que dará lugar a un complejo lesional integrado en la patomecánica del *en-dehors* y que comenzará con la pronación de los pies como se describe posteriormente.

1.3.3.2 Plié

El *plié*, es un gesto técnico característico del ballet caracterizado por la flexión dorsal forzada del tobillo con los pies apoyados completamente en el plano del suelo. Durante su ejecución, la postura del tronco y la pelvis no se modifican, y tampoco la columna lumbar, que no debe posicionarse hiperlordótica ni excesivamente rectificada.

Durante el *plié*, el *dehors* es mantenido por los aductores mientras que se flexionan las caderas y las rodillas, que en este caso se consigue mediante la relajación controlada de los músculos cuádriceps. Los músculos isquiotibiales apenas trabajan, ya que es la gravedad la que hará que el cuerpo descienda para obtener la postura de *plié*. La flexión dorsal del tobillo es en gran medida pasiva y los músculos de la pantorrilla se van relajando de forma controlada. A medida que el *plié* progresa para convertirse en un *grand plié* separando los talones del suelo, la flexión dorsal del tobillo sigue siendo un movimiento pasivo. No obstante, durante toda la amplitud del movimiento de *plié*, los músculos intrínsecos actúan para mantener la postura del pie al igual que cuando estamos en bipedestación. Esto se consigue mediante el mantenimiento natural de un buen tono muscular y de unos músculos intrínsecos fuertes y no mediante una contracción activa excesiva.

La elevación desde la postura de *plié* viene como resultado de la contracción activa del cuádriceps y de los extensores de la cadera, estando el *dehors* mantenido por los aductores. Los movimientos del tobillo siguen siendo pasivos, pero se debe permitir que los talones queden en contacto con el suelo tan pronto como sea posible para evitar una contracción activa de los músculos de la pantorrilla que provocaría secundariamente además un aumento de tensión sobre el cuádriceps.

Debe procurarse que las rodillas y los pies permanezcan alineados, tanto al descender flexionando las rodillas como cuando se realiza un *grand plié*, evitando de esta forma la pronación de los pies y una rotación externa excesiva al subir del *plié*.

Al subir desde la postura de *plié*, debe intentarse evitar desplazar el peso del tronco hacia atrás, lo que podría llevar consigo una inclinación anterior de la pelvis con hiperlordosis lumbar y una rotación externa de los miembros inferiores también excesiva por estos mecanismos descompensadores del *dehors*, siendo este error técnico uno de los implicados en la patomecánica del ballet, independientemente de la disciplina de que se trate.

1.3.3.3 Tendú

Este término significa “extendido”, debiendo alcanzar a las puntas de los dedos del pie que lo está ejecutando, que deben quedar rectos. Desde el punto de vista biomecánico, este gesto tiene una gran importancia cuando se realiza correctamente, ya que tiene un efecto estimulador sobre los músculos intrínsecos del pie. Para ello, será especialmente importante que se mantenga la postura correcta del tronco y de la pierna de soporte durante todo el ejercicio, y que el peso del tronco se controle y no se desplace hacia atrás.

1.3.3.4 Relevé

El *relevé*, que puede detenerse en media punta o en tres cuartos de punta, consiste en la acción de elevación desde el plano del suelo con los dedos del pie manteniendo el alineamiento y el soporte del peso adecuado, con una ligera inclinación del tronco y la pelvis hacia delante respecto a la línea del centro de gravedad, para asentarse sobre los dedos de los pies cuando se completa la elevación.

Biomecánicamente los gemelos se contraen, elevando el talón y la parte posterior del pie en contra de la gravedad, siendo imprescindible para ello la adecuada función del sistema aquileo-calcáneo-plantar (*Arandes & Viladot, 1954*). Al mismo tiempo, se mantiene el tono de los glúteos, los aductores, los isquiotibiales y del cuádriceps, dando la sensación de que son elevados desde arriba y no empujados desde abajo.

1.3.3.5 Puntas

La acción de *puntas*, se consigue a partir de la progresión desde un relevé, estando implicados los mismos grupos musculares que en el relevé, debiendo indicar que el descenso desde la posición de puntas se deberá controlar de la misma manera y en orden inverso, siendo muy importante el control y la fortaleza de los músculos intrínsecos del pie.

Una vez en la posición de puntas, la base se vuelve muy pequeña, con lo que la transferencia del peso tiene que ser muy precisa y con un equilibrio preciso entre los diferentes grupos agonistas y antagonistas implicados.

Se describe (*Howse, 2002a*), que las habilidades propioceptivas inherentes al bailarín y no tanto las adquiridas, tienen un papel primordial en el mantenimiento del equilibrio en la postura de puntas, si bien, y aunque con ciertos límites, la práctica puede mejorarlas.

Durante muchos años se ha dicho que los doce años es la edad a la que se debe comenzar el trabajo en puntas, sin embargo, esta aseveración no es correcta, ya que va a depender principalmente del desarrollo de la niña, no debiendo comenzar hasta que el crecimiento de los pies se haya asentado y se tenga suficientemente tono y fortaleza de los músculos intrínsecos y control de las articulaciones relevantes, como es el caso de los tobillos. Además, será importante que las niñas hayan conseguido previamente un control adecuado del *dehors* y un buen equilibrio y control en apoyo mono o bipodal, con suficiente tono y estabilidad en el tronco y miembros inferiores.

1.4.-Modificaciones biomecánicas en el ballet que generan patología. Patomecánica del ballet.

Cuando nos referimos a la patomecánica lesional de cualquier disciplina deportiva, nos referimos a las modificaciones patológicas de las condiciones biomecánicas que se producen en la ejecución de los diferentes ejercicios o gestos técnicos específicos de cada una de las actividades o disciplinas atléticas, y que van a dar como resultado la aparición de diferentes lesiones. Además, los cambios patomecánicos resultarán secundarios a la presencia de unos factores anatómicos o funcionales de predisposición y a otros ambientales o derivados de la

propia técnica o alteraciones de ésta, que van a ser desencadenantes de la aparición de una patología de instauración lenta y progresiva relacionada con la exposición acumulativa a microtraumatismos de repetición.

En este sentido, cabe indicar el importante papel del entrenamiento verdadero del ballet, que comenzando alrededor de los 8 años en chicas y algo más tarde en chicos, va a ir incrementándose progresivamente en cuanto a intensidad y eficacia, comprobándose que con el paso del tiempo y en una gran mayoría de los casos, el uso inadecuado de la técnica será un factor desencadenante de estas alteraciones y lesiones músculo-esqueléticas.

Precisamente, son las alteraciones de los gestos técnicos específicos del ballet, sobre todo del *en dehors* y *de las puntas*, los que van a marcar fundamentalmente su *patomecánica*, existiendo diferentes estudios clásicos en la literatura internacional que abordan la biomecánica y la patomecánica de las diferentes lesiones que la práctica del ballet provoca. (Khan, Brown, Vass, Crichton, Alexander, Boxter, Butler, Wark, 1995; Sobrino & Guillén, 1996).

1.4.1 En dehors

El *en dehors*, posición o gesto técnico que podríamos considerar como la base del ballet clásico, es la *rotación externa máxima de los miembros inferiores, queriendo alcanzar 90° de rotación externa* con cada extremidad. No obstante, pocos bailarines consiguen un *dehors* plano (180°), no sobrepasando habitualmente 70° en cada una de ellas.

El límite anatómico es individual y no debería superarse, pudiendo deberse a *tensión en las estructuras anteriores de caderas o frecuentemente a la debilidad de los músculos* que controlan el *dehors*, en especial los *aductores*. En el estudiante joven la limitación debida a la falta de elasticidad ligamentosa puede mejorarse, sobre todo antes de la pubertad, mediante una técnica correcta y unos estiramientos suaves y progresivos.

En condiciones normales, el *dehors*, relacionado con las 5 posturas clásicas del ballet, va a realizarse a partir de 60° de rotación externa en cadera, 25° en tobillo y 5° en rodilla, y a expensas de una rotación natural de la cadera. Para el ballet clásico, el límite inferior de rotación externa de la cadera por debajo del cual son previsibles la aparición de lesiones es de 45°, siendo importante y tal vez controvertido, como se desprende de los estudios publicados al respecto, el método de medición (Sammarco, 1983; Wolfhart & Bullock, 1983; Micheli et al, 1984; Reid et al, 1987; Reid, 1988; Coplan, 2002).

En cualquier caso, y cuando la rotación natural de cadera es débil y no aumenta con una buena metodología de estiramientos y flexibilidad desde la Escuela de Ballet, y se exige incrementarla, habitualmente ese incremento se consigue a expensas de forzar la biomecánica articular del miembro inferior con la potencial repercusión tisular que eso conlleva. En estos casos a veces se recurre a alteraciones de la técnica, forzando la fricción de la zapatilla contra el suelo y provocando una rotación externa de la tibia en relación al fémur más allá de sus límites, dando lugar a cambios patomecánicos que van a afectar, entre otros, a la columna lumbar, la rodilla, el tobillo y el pie, apareciendo la secuencia lesional:

- *En columna*, forzando la hiperlordosis con el consiguiente *pinzamiento de facetas*, e incluso en mujeres jóvenes y bajo la acción de *arabesques* repetidos, la potencial aparición de una *espondilolistesis*.

Además esta *hiperlordosis* puede incrementar la tensión sobre la cara anterior de caderas, y *debilitar secuencialmente* varios grupos musculares comenzando con la musculatura del tronco, sobre todo la *abdominal*, *erectores de columna*, y ya en cadera los *glúteos*, para posteriormente repercutir en el debilitamiento de los *isquiotibiales laterales*, los *aductores* y el *vasto medial*. Incluso el *gastrocnemio lateral* y los *músculos intrínsecos laterales del pie* pueden afectarse. La mayoría de estos grupos musculares son necesarios para mantener el *dehors*, por lo que su debilidad gradualmente creciente provocada por el trabajo en una postura que incrementa la débil rotación externa de caderas, va a causar una dificultad creciente para mantener el *dehors* del que se dispone.

- *En pie*, con la aparición de un *componente pronatorio*, que además de provocar un estrés de sus estructuras mediales, más evidente en el primer radio y en la *articulación metatarso-falángica del primer dedo* que incrementa su valgo, puede favorecer la aparición de *sesamoiditis*, así como una flexión de los dedos para intentar adherirse al suelo *debilitando los músculos intrínsecos*, influyendo en ello el desplazamiento del peso del cuerpo hacia atrás y también la incapacidad de los músculos del muslo para mantener la postura *en-dehors*.

Además puede dar lugar a un incremento de tensión o incluso *tenosinovitis del tibial posterior* por un intento de corregir los pies pronados a nivel del pie y del tobillo en lugar de a nivel de las caderas. Incluso los *tendones peroneos* pueden incrementar su tensión por contracción permanente *en-dehors*.

Esta secuencia lesional, va a afectar al resto de la cadena cinética del miembro inferior e incluso a la columna lumbar, incrementando la tensión de las estructuras femoro-patelares y mediales de rodilla, e incluso un incremento de la lordosis y de la patología acompañante.

La acción de *relevé a media punta o punta*, para el que la función adecuada del sistema aquileo-calcáneo-plantar (Arandes & Viladot, 1954) resulta imprescindible, incrementará las patologías descritas, y además la posibilidad de presentarse *fracturas o fenómenos de estrés en la tibia*, debido, en parte, a la falta de absorción de los impactos por los débiles pies y, en parte, por el giro rotacional transmitido vía descendente por la pierna excesivamente rotada externamente.

- *En rodilla*, estresando las estructuras mediales, que en caso de asociarse a una excesiva pronación del pie, se acompañaría de un momento valguizante incrementado en las acciones de *relevé a media punta* que además de *estresar también las estructuras fémoro-patelares*, podría producir una mayor tensión de las estructuras más posteriores con tendencia al *recurvatum*. Todo ello, junto a las *tendinitis rotulianas* por exposición a microtraumatismos de repetición en los saltos o “*jumper Knee*”, estaría en relación con lo que se podría denominar rodilla del bailarín o “*dancer knee*” (Howse, 1972; Sammarco, 1983; Reid et al, 1987), y que va a tener su propia identidad.

Las desalineaciones fémoro-patelares se producen por la torsión de la tibia con el fémur produciéndose una lateralización de la tuberosidad anterior de la tibia, lugar de inserción del tendón rotuliano, esto obliga a la rótula a desplazarse externamente provocando la sobrecarga de la faceta rotuliana o incluso un síndrome de de hiperpresión o subluxación externa, además de dolor en cara anterior de rodilla en la ejecución de saltos o pliés.

Con respecto al recurvatum, y en relación por lo descrito por diferentes autores como *Koutedakis o Sharp*, aunque clásicamente en ballet una leve hiperextensión de rodilla puede resultar estéticamente atractiva, si es excesiva puede ocasionar gonalgias con afectación capsulo-ligamentosa de los ligamentos cruzado anterior y sobre todo posterior, o incluso relacionarse con luxaciones rotulianas (*Lozano & Vargas, 2010*).

Además, al forzarse la rotación de la rodilla, se producirá una mayor *debilidad de los músculos isquiotibiales laterales*, y por tanto mayor probabilidad de lesionarse, no debiendo olvidar que cuando a partir de esta rotación externa forzada se provoca la hiperextensión de rodilla, se requerirá la contracción constante de la musculatura isquiotibial y cuádrupital.

- Con respecto a las *caderas*, la rotación externa forzada de toda la cadena cinética de los miembros inferiores va a provocar fundamentalmente la afectación del grupo aductor y la presencia de resaltes o resortes dolorosos.

Los aductores se debilitarán porque su función no podrá ser completa en la posición de rotación externa excesiva, lo que provocará una mayor tendencia a las lesiones por la falta de estabilidad de la pelvis debido a su propia debilidad. Esto será especialmente llamativo durante los *grands battements*, en los que podrá lesionarse cualquiera de los aductores, tanto el de la extremidad de soporte como el de la extremidad que ejecuta.

En relación con los resaltes de cadera (*Larsen, 1986; Kouvalchouk, 2003*), estos son un fenómeno clínico que se manifiesta mediante chasquidos durante la movilización activa de la cadera. Se deben al paso brusco de un tendón o de una estructura aponeurótica sobre un relieve óseo. Los más frecuentes son el resalte lateral de la banda iliotibial o del glúteo mayor sobre el trocánter mayor y el resalte anterior, cuya causa más frecuente, aunque no la única, es el roce del psoas sobre la eminencia iliopectínea. Habitualmente, la única molestia que produce el resalte es el chasquido, más excepcionalmente, aunque de manera evidente, puede causar dolor, pudiendo estar los síntomas meses o años sin tratamiento (*O'Kane & John, 2007*). Cuando el dolor esté presente, será muy importante establecer su relación con el resalte descartando otras causas, entre las que podríamos encontrar lesiones intraarticulares del labrum, subluxación recidivante de cadera, alteraciones del cartílago o cuerpos libres o incluso condromatosis sinovial (*Micheli, Sohn & Solomon, 2007*).

Así, en rotación externa forzada y por exposición a microtraumatismos de repetición, es muy probable que se irriten las partes blandas adyacentes como las bursas o los tendones *del psoas en la cara anterior y el tensor de la fascia lata en la lateral*, convirtiéndose estos resortes, habitualmente asintomáticos, en dolorosos y en ocasiones limitantes, sobre todo si se produce una bursitis (*Schaberg & Harper, Allen, 1984; Reid, 1988*).

En los *laterales*, la causa más común como ya se ha comentado, es cuando *la banda iliotibial, tensor fascia lata o tendón glúteo mediano* pasan hacia delante y hacia atrás a través del trocánter mayor. Esta acción da lugar a cadera en resorte cuando una de las bandas de tejido conjuntivo se engruesa con el movimiento. La bursa adyacente también puede inflamarse causando un síndrome doloroso de cadera en resorte en cara externa de cadera.

En los anteriores, la causa más común es cuando el tendón del iliopsoas pasa de anterolateral a posteromedial sobre la espina iliaca antero-inferior (EIAI), trocánter menor o eminencia iliopectínea durante la extensión de cadera de manera repetitiva.

A diferencia de los resaltes anteriores, los laterales o externos suelen producirse en la pierna de apoyo cuando se realizan movimientos de rotación, siendo también los más numerosos en algunos estudios además del que aquí se presenta (*Howse, 1972*). En los bailarines es habitual una disminución de la aducción y rotación interna con respecto a otros atletas que suelen estar sometidos a mayor tensión de los abductores y de la banda iliotibial, siendo el resalte de esta banda sobre el trocánter mayor, como ya se describió en 1919, causa de los resaltes laterales (*Mayer, 1919*).

1.4.2 Las puntas

Este es un gesto técnico característico de las mujeres que realizan ballet clásico. Como ya se ha descrito, para conseguir la posición de *puntas*, la progresión se hace desde un relevé a media punta, luego a tres cuartos de punta, y finalmente hasta “*un pointe*” completo. Para ello se requiere un adecuado control postural y del equilibrio, así como una transferencia de peso precisa, por lo que antes de comenzar a utilizar las puntas resultará imprescindible alcanzar la madurez músculo-esquelética suficiente que permita el control de las articulaciones más relevantes, así como el adecuado tono y fortaleza de diferentes grupos musculares del miembro inferior como glúteos y aductores, tríceps sural y sistema aquileo-calcáneo-plantar, así como de los *músculos intrínsecos del pie*, responsables de mantener el arco transversal y permitir la extensión de los dedos a la altura de sus articulaciones interfalángicas cuando son flexionados a nivel de las articulaciones metatarsofalángicas, además de permitir su abducción y aducción.

Las puntas, se van a caracterizar desde el punto de vista patomecánico, por un aumento de la carga en la cara interna de la cabeza del primer metatarsiano y cara interna y externa de la interfalángica del hallux, provocando un *componente pronatorio* que justificaría la secuencia lesional ya relacionada anteriormente y un aumento del recurvatum.

Con respecto al *recurvatum*, y tal y como se describe en algunos estudios clásicos (*Hamilton et al, 1992*), aunque algunos grados de hiperextensión de rodilla pueden ser deseables, cuando son excesivos pueden ser un problema (*Grahame, 1972*). Esta hiperextensión o rodillas más allá de una posición neutra, puede llegar a partir de este punto hasta 20° o incluso más, y ser resultante de una hiperlaxitud congénita o bien debida a un aumento de la tensión por microtraumatismos de repetición de la cápsula posterior en esta posición de puntas, existiendo algunos autores que postularon programas de entrenamiento propioceptivos para intentar evitarlo (*Mc Conell, 1986*).

El recurvatum junto a la debilidad de los músculos intrínsecos del pie, va a ser uno de los principales factores que favorecen que el peso de la bailarina se desplace hacia atrás, siendo la consecuencia de ello la potencial aparición de diferentes patologías en el contexto de la patomecánica relacionada con las puntas, y cuyo riesgo se incrementaría si durante la realización de este gesto se asocia un forzado *en-dehors* (*Howse, 2002c*):

1. Lumbalgia
2. Fracturas por sobrecarga de la pars interarticularis.
3. Dolor cara anterior de cadera.
4. Lesiones de los músculos isquiotibiales.

5. Lesiones de los músculos aductores.
6. Síndrome fémoro-patelar.
7. Tensión cápsula posterior y estructuras posteriores de la articulación de la rodilla.
8. Fracturas de estrés de la tibia y menos frecuentemente del peroné.
9. Lesiones en los músculos gemelos.
10. Estiramiento del tríceps sural que facilitará la presencia de tendinopatías del Aquiles,
11. Tendinitis del extensor largo propio del dedo gordo del pie.
12. Fracturas de estrés de los metatarsianos.
13. Debilidad de los músculos intrínsecos del pie.
14. Artropatías de las articulaciones metatarsofalángica e interfalángica del primer dedo del pie.

No obstante, los cambios patomecánicos más relevantes relacionados con el uso de las *puntas* van a afectar principalmente al tobillo y al pie de estos profesionales, hasta tal punto que configurarían lo que podríamos definir como “*pie de ballet*” y que como describíamos con la “*rodilla de ballet*”, tendría su propia identidad. Sería el conjunto de síntomas y signos que se producen en el tobillo y pie de estos profesionales, y que se producirían en función de unos factores anatómicos individuales predisponentes, y unos factores ambientales y de la propia técnica, que serán desencadenantes de la aparición de lesiones. De esta forma, y recordando algunos detalles biomecánicos, en parte ya descritos con anterioridad, destacaríamos:

- La acción de *relevé*, gesto dinámico que permite la acción de pasar el pie desde el plano de apoyo sobre la región más anterior a la *punta*, va a permitir que el pie se comporte según *Lelievre (Viladot, A & Viladot, A Jr., 1989; Llanos Alcázar, 1997)* como una *palanca de segundo grado*, donde la resistencia está situado entre su punto de apoyo y su fuerza. Para ello será imprescindible el buen funcionamiento del *sistema aquileo-calcáneo-plantar*, (*Arandes & Viladot, 1954*); *del abductor del primer dedo*, que además de participar en este sistema, tendrá un papel importante en la cinética de la bóveda plantar durante la fase de despegue, en la que el arco transversal anterior, dinámico, actúa como bisagra; y *de la aponeurosis plantar*, que se enrolla en la cabeza del primer metatarsiano, tensionando el sistema y favoreciendo la elevación del arco longitudinal del pie sin la necesidad de fuerzas de contracción muscular (*Viladot, A & Viladot, A Jr., 1989; Angulo & Llanos, 1997*).
- Otros factores biomecánicos que deberán considerarse, serán el estado de la *articulación metatarso-falángica del hallux*, tanto en la flexo-extensión como en los pequeños grados de abducción-aducción que presenta y que resultarán importantes en carrera y salto (*Subotnick, 1989*), y también los diferentes patrones que se van a dar en función de la asociación de una determinada fórmula digital con otra metatarsal, y que darán lugar a diferentes patologías en función de los cambios patomecánicos que produzcan sus asociaciones (*Frankel, 1994; Viladot, 1997; Núñez Samper, 1997*).
- La importancia de estas asociaciones en la génesis de cambios patomecánicos en la ejecución y posición mantenida en *puntas* parece clara. Así, a partir de la relación entre las longitudes de los dedos, ya veíamos que se establece la denominada *fórmula digital*, en las que en el *pie egipcio* el primer dedo será más largo que el segundo y los demás sucesivamente más cortos, en el *pie griego* el primer dedo será más corto que el segundo y estos más largos que el resto, y en el *pie cuadrado* tanto el primero como el segundo dedo tendrán la misma longitud, siendo estos más largos que los otros

tres. Por su parte, la *fórmula metatarsal*, establecerá la relación entre el tamaño de los dos primeros metatarsianos, hablándose de *Index minus*, cuando el primer metatarsiano sea más corto que el segundo, de *Index plus minus*, cuando el primer y segundo metatarsianos sean iguales, y de *Index plus*, cuando el primer metatarsiano sea más largo que el segundo.

- Considerando que según la literatura, la fórmula digital con un *pie egipcio* predispondría a una mayor probabilidad de *metatarsalgias*, y que esta fórmula digital con *pie egipcio*, en caso de asociarse a un *index minus* tendría una mayor probabilidad de evolución hacia un *hallux valgus*, mientras que en caso de asociarse a un *index plus* tendría una mayor probabilidad de evolución a un *hallux rigidus* o *sesamoiditis* (Viladot, 1997; Núñez Samper, 1997), algunos autores se plantearon como *pie ideal* para la danza el *pie cuadrado*, aspecto sobre lo que no obstante no hay unificación de criterios (Ogilvie-Harris, Carr & Fleming, 1995).
- En este sentido, hay autores que consideran muy importante para el apoyo en *relevé* o *media punta* la *fórmula metatarsal*, y para el apoyo en *puntas* la *fórmula digital*, describiendo el “*pie ideal*” como aquel que presente un primer dedo griego y un primer metatarsiano *index plus* (Valentí, 1990).
- En ambas situaciones, pero especialmente en los casos de *diferencias en la longitud de los metatarsianos*, las *fracturas por sobrecarga del metatarsiano*, o metatarsianos más largos, en la posición mantenida en *puntas*, serán más frecuentes.
- Por otra parte, un aspecto importante y también controvertido, ha sido la falsa creencia mantenida durante décadas, de que el ballet predispondría al *hallux valgus*. Así en un interesante estudio sobre esta patología (Einarsdóttir, Troell & Wykman, 1995), y tras realizar un estudio clínico-radiológico a 63 bailarines en activo y 38 retirados de ambos sexos, se comprobó como no existía entre bailarines un incremento de la angulación en valgo del *hallux*, en comparación con la población normal. La conclusión de este estudio es importante, ya que si bien si podemos afirmar que en el ballet vamos a encontrar cambios artrósicos e incluso bursitis en la articulación metatarso-falángica del primer dedo, la presencia de *hallux valgus*, estará en relación con la biomecánica del pie tanto en bailarines como en no bailarines, pero no directamente relacionada con el ballet.
- En cuanto al tobillo, algunas variaciones anatómicas como la presencia de un *tubérculo posterior largo u os-trigonum*, que en condiciones normales no tendrían por qué provocar repercusión clínica, pueden provocar en el ballet, ante ejercicios repetitivos en *puntas* o su fase anterior que es el *relevé*, la aparición del *síndrome de impingement posterior de tobillo*, caracterizado fundamentalmente por la compresión del *tendón flexor largo del primer dedo o flexor hallucis longus* (Hamilton, 1982 y 1988; Brodsky & Khalil, 1987; Wredmark, Carlstedt, Bauer & Saartok, 1991; Marotta & Micheli, 1992; Tamburrini, Porpiglia, Barresi, Bertucci & Consola, 1999; Cooper & Wolin, 2000).
- En esta posición de *puntas*, si los músculos intrínsecos son débiles, el peso estará retrasado, por lo que se incrementará la tensión en las estructuras de la parte posterior del tobillo, favoreciéndose también de esta forma las *tendinopatías* y *bursitis del tendón de Aquiles* y/o las *tendinopatías del tibial posterior*.
- Además está descrita la *inestabilidad de la articulación de Lisfranc*, y la aparición de las *fracturas de estrés de la base del segundo metatarsiano* por el uso continuado de las *puntas*, más frecuentemente en bailarinas jóvenes (Kadel, Boenish, Teitz &

Trepman, 2005) y en el caso de estas fracturas, en asociación a diferentes factores de riesgo como la *fatiga del flexor largo de los dedos* (Sharkey, Ferris & Smith, 1995), factores hormonales, alimentación con baja ingesta de comidas con contenido graso y el grosor del tríceps sural (Bennell, Malcolm, Thomas, Reid, Brukner & Ebeling, 1996).

- Asimismo, habrá que considerar también con respecto a este “*pie de ballet*”, la existencia de accidentes o lesiones agudas del tobillo y pie, que como consecuencia de secuelas o bien de un tratamiento insuficiente y/o una reincorporación prematura pudieran provocar cambios patomecánicos en esta región anatómica.

1.4.3 Plié

El plié, o flexión de rodillas con el pie en el plano del suelo, es un ejercicio clave del ballet. Durante su ejecución al incrementar la flexión, disminuirán las superficies de contacto articulares habituales de la articulación de la rodilla haciéndose más posteriores y favoreciendo su sobrecarga (Viladot Voegli, 2000a). Esta articulación, y más concretamente la articulación femoro-patelar, es la que más se va a afectar en la ejecución de este gesto técnico, ya que la patomecánica del plié estaría en relación con un aumento de la fuerza de reacción patelar que iría comprimiendo progresivamente la rótula contra el fémur conforme avance la flexión de rodilla, siendo aquí también importante el valor del controvertido ángulo Q, que en el plano axial, sería máximo en los primeros 30° de flexión.

Por otro lado, si coexiste una *debilidad del tríceps sural* previamente descrita, el *tendón de Aquiles*, tanto por ello como por una falta de elasticidad plevia o reactiva, podría afectarse. Así, si el peso se sitúa sobre la parte posterior del talón en lugar de estar distribuido homogéneamente entre el talón y el antepié, los músculos del tríceps sural no podrán trabajar correctamente ni ser estirados plenamente cuando soporten peso. En esta situación, con el peso colocado atrás, el bailarín no podrá hacer uso del *plié* en toda su profundidad, y cuando intente hacerlo, ejercerá un aumento de tensión en los dorsiflexores del tobillo, siendo esta la justificación patomecánica del *síndrome de impingement anterior de tobillo*, al menos en el ballet (Brodsky & Khalil, 1987; Kouvalchouk, 1987; Olivé, 2000).

1.4.4 El portée

En el *portée* o elevación de la compañera, la carga exigirá *el máximo al módulo de elasticidad representado por el codo y los ligamentos cruzados de la rodilla*, siendo en este ejercicio imprescindible el papel de estos ligamentos por su riqueza en terminaciones nerviosas propioceptivas. Esto facilitará formarse el esquema de reacción ante la fuerza a elevar, siendo también para ello importante la *contracción de los abdominales, isquiotibiales y vastos mediales en máxima elevación, y del poplíteo y gemelos al soltar la carga* (Pintos y cols, 1990).

En caso de mala técnica, factores de predisposición y/o exposición a *portées* repetidos, la producción de *alteraciones lumbares* se incrementará, sobre todo cuando se realicen fuera de eje, como ocurre en ocasiones en ballet contemporáneo.

1.4.5 Los saltos

Los saltos, sobre todo la acción de elevarse y la recepción, requerirá de la integridad funcional de la cadena cinética del miembro inferior, siendo frecuentes, entre otras, *las metatarsalgias y las tendinopatías de rodilla*, sobre todo la denominada rodilla del saltador, en el caso de estas lesiones acumulativas en relación con la exposición a microtraumatismos de repetición. Además, las lesiones traumáticas como los *esguinces articulares o incluso las meniscopatías* por entorsis, tendrán habitualmente su etiología más frecuente en el complejo del salto, destacando en este sentido el *esguince de tobillo*, lesión aguda más frecuente, no solo en ballet si no en el deporte en general.

1.5.- Fisiopatología y generalidades de los tejidos implicados en las lesiones acumulativas en el ballet y deporte

1.5.1 Articulación y deporte

1.5.1.1 Cápsula articular y ligamentos

Tanto la cápsula como los ligamentos están formados por tejido conjuntivo denso, en el que se encuentran fibras de colágeno y elastina que constituyen el 90% del tejido.

Se conoce desde hace décadas que el comportamiento mecánico es diferente. Así mientras que las fibras de colágeno son resistentes a la tracción y son dúctiles, las fibras elásticas son poco resistentes a la tracción y se comportan como un material frágil.

Los ligamentos adaptan su estructura a la función que deben realizar, de tal forma que mientras que los que están sometidas a fuerzas importantes, como los cruzados de la rodilla, tienen en su estructura un 90% de fibras colágenas, la estructura del ligamento amarillo de la columna vertebral posee 2/3 partes de fibras elásticas.

Debe considerarse además que las articulaciones se encuentran en constante equilibrio mecánico entre los elementos de compresión y los de tensión, siendo estos últimos principalmente los tendones y los ligamentos. Así habitualmente existe equilibrio entre las diferentes estructuras, pero si se lesiona alguna estructura de tensión, esta repercutirá en el resto de las que forman la articulación que en principio continuará siendo funcional hasta que comiencen a fracasar más tardíamente otros estabilizadores secundarios (*Frank, 1996*).

Lesiones ligamentosas.-

Los ligamentos sirven para estabilizar la articulación en todo el arco de movimiento en función de 4 propiedades mecánicas: laxitud, rigidez, dureza y viscoelasticidad.

Cuando se somete un ligamento a una carga, antes de llegar al punto crítico aparecen microroturas de fibras de colágeno, y una vez sobrepasado, el ligamento pierde la capacidad de estabilizar la articulación y ésta se vuelve inestable pudiendo afectarse estructuras vecinas como la misma cápsula, el cartílago, meniscos, u otros ligamentos.

En función de la intensidad de la lesión ligamentosa, ésta puede dividirse en 3 grados:

- Grado I: Existen micro roturas de las fibras colágenas, la articulación permanece estable, y la sintomatología clínica es mínima.
- Grado II: Existe una rotura parcial del ligamento, reduciéndose su fuerza y rigidez en un 50% o más. La articulación puede permanecer estable gracias a la acción muscular compensadora. Clínicamente el dolor es intenso.
- Grado III: Se rompen prácticamente la totalidad de las fibras colágenas y la articulación es inestable. Clínicamente, se caracterizan por intenso dolor en el momento de la lesión y muy poco después, “paradoja del dolor” (Guillen, Jimenez Collado, Madrigal, Concejero & Sobrado, 1985).

Existen otras muchas clasificaciones, sobre todo para la rodilla (Hughston & Andrews, 1976; Good, 1995) siendo otra bastante utilizada, la que valora la magnitud del desplazamiento, en este caso, atendiendo a la magnitud del desplazamiento tibial:

	Inestabilidad directa	Inestabilidad rotatoria
Grado I	< 5 mm	Leve
Grado II	5-10 mm	Moderada
Grado III	>10 mm	Grave

Una vez producida la lesión, el ligamento tiene capacidad de remodelación, la cual está condicionada por las sollicitaciones que recibe. Así, los ligamentos, se debilitan en reposo y se refuerzan en movimiento, habiéndose demostrado hace bastante tiempo (Noyes, 1977), que después de un periodo de inmovilización, los ligamentos tardan alrededor de 1 año en adquirir sus propiedades mecánicas iniciales, reforzando la tesis del tratamiento funcional de estas lesiones.

Inserción.-

Los ligamentos y la cápsula constituyen el nexo de unión entre los elementos óseos que forman las articulaciones, siendo sus características mecánicas diferentes a las del hueso cortical donde se insertan, el cuál es mucho más rígido y con un *módulo de Young* más elevado.

Para evitar un exceso de tensión en el punto de anclaje del ligamento al hueso, la inserción se encuentra dividida en 4 zonas que incrementan progresivamente su módulo de elasticidad (Cooper & Misol, 1970)

Zona 1: Existen fibras colágenas paralelas a la cápsula, ligamento o tendón, ya que este presenta el mismo tipo de inserción.

Zona 2: Las fibras colágenas se mezclan con el fibrocartilago.

Zona 3: El fibrocartilago se mineraliza.

Zona 4: Zona cortical.

Esta estructura de la inserción, explica las calcificaciones o espolones que muchas veces se observan en la radiografía de una entesopatía de inserción, o trastorno inflamatorio de la inserción, posiblemente como intento del organismo de reforzar la inserción aumentando su contenido mineral.

1.5.1.2 *Cartílago articular*

Las lesiones condrales en el ballet y deporte, pasan más desapercibidas de lo que su alta incidencia e importancia para el futuro de las articulaciones cabría esperar, ya que el cartílago articular es sin duda, la estructura más importante de la articulación. Esto es debido a que suelen acontecer en el tiempo, junto a otras lesiones más limitantes, y es a largo plazo cuando muestran las consecuencias tardías que incluso pueden llegar a una degeneración condral precoz, muy grave para los deportistas.

El cartilago hialino articular, es un tejido relativamente pobre en células, condrocitos, caracterizándose por una preponderancia de la sustancia intercelular, que se divide en sustancia orgánica (compuesta por fibras de colágeno y proteoglicanos), y sustancia inorgánica (agua).

En relación con las células, la microscopía electrónica muestra que éstas varían morfológicamente dependiendo de la zona en la que se encuentren, siendo las más características las que se encuentran en la zona transicional.

Por lo que respecta a la sustancia intercelular, debemos considerar en primer lugar, la *teoría de Benninghoff (1925)*, en relación con la disposición de las fibras de colágeno y de las células para dar elasticidad al cartílago, pero sobre todo los estudios de microscopía electrónica que ponen de manifiesto que las fibras de colágeno varían de grosor y presentan una disposición diferente según la zona cartilaginosa en la que se encuentren, siendo la elasticidad consecuencia de la disposición en múltiples capas del cartílago. La característica fundamental de esta sustancia intercelular, es sin duda su gran hidratación, siendo el 80% de su contenido agua que se combina con proteoglicanos formando un gel, dependiendo la elasticidad del cartílago de su contenido acuoso. Por su parte los proteoglicanos, son macromoléculas que se adhieren al ácido hialurónico y gran número de polisacáridos sulfatados cuya molécula consiste en una repetición de la cadena dimérica de unidades de glucosaminoglicanos como el sulfato-4 de condroitina, sulfato-6 de condroitina y sulfato de queratán, y cuya función es la captación de agua y proporcionar elasticidad al cartílago. Además estos polisacáridos se encuentran unidos al colágeno y sirven para mantener la disposición espacial de éste e impedir su calcificación (*Viladot & Lorenzo Roldan, 2000*).

El cartílago articular, que no posee vasos sanguíneos, linfáticos ni terminaciones nerviosas, y que realiza su nutrición a través del tejido óseo subcondral y el líquido sinovial, puede dividirse en 4 zonas:

- Zona superficial o tangencial, con bajo contenido de proteoglicanos.
- Zona transicional con mayor número de proteoglicanos
- Zona radial con elevado número de proteoglicanos.
- Zona calcificada, delimitada de la zona radial por la denominada “línea azul”, y con células similares a la capa radial pero que comienzan a mostrar signos degenerativos, observando abundantes cristales de hidroxapatita cálcica sin presencia de proteoglicanos.

Propiedades biomecánicas del cartílago articular.-

Están en relación directa con la estructura orgánica y el elevado contenido de agua que presenta la sustancia intercelular, que hace que pueda asemejarse a una esponja empapada de agua con un comportamiento viscoelástico.

Las funciones principales del cartílago articular son 2 fundamentales:

- Transmitir las fuerzas a los extremos óseos a través de una amplia superficie de contacto, evitando así la existencia de cargas puntuales que podrían lesionar la articulación.
- Permitir el movimiento entre las superficies articulares con un mínimo de fricción, protegiendo el desgaste de sus superficies.

Así, y en relación con la primera, la respuesta del cartílago bajo diferentes condiciones de carga estará influenciada por las características mecánicas de su matriz sólida y por su permeabilidad, pudiendo llegar en condiciones normales a convertirse en un tejido presurizado con 2 atmósferas de presión hidrostática (*Viladot & Lorenzo Roldán, 2000*).

Cuando sometemos el cartílago a una fuerza de compresión se produce una deformidad ocasionada por la deformación de sus fibras colágenas, un incremento de la presión local y gracias a la permeabilidad del tejido, una exudación del líquido hacia las zonas no comprimidas y al espacio articular, todo ello favorecido por la gran resistencia al paso del fluido a través de él, que además constituye un mecanismo de autoprotección del cartílago. Cuando cesa la compresión, el cartílago vuelve a hidratarse y la propia presión osmótica hace que las fibras colágenas recuperen su forma inicial.

Un factor a considerar, dada la baja permeabilidad que posee el cartílago, será la variación de su respuesta en función de la velocidad con que se aplique la carga.

Si la carga se aplica de forma constante y durante un tiempo prolongado, por ejemplo al estar en bipedestación, la deformidad aumentará de forma progresiva a medida que el líquido intersticial es expulsado al exterior. Cuando cesa la carga, si la articulación reposa el tiempo adecuado y existe suficiente líquido articular, el cartílago recupera su forma original. En este caso el cartílago se comporta como un material viscoelástico.

Si la carga se aplica de forma puntual, por ejemplo al realizar un salto, no existe tiempo suficiente para que se produzca la exudación del tejido. En este caso el cartílago se deformará y se recuperará de manera instantánea, comportándose como un material elástico.

Además se debe señalar que el cartílago es un material anisotrópico, que se deforma de manera diferente en función de la carga que recibe y de las diversas concentraciones de fibras colágenas que posee en su estructura.

Para permitir el movimiento de la articulación con un mínimo desgaste de sus superficies, es necesaria una correcta lubricación, que fundamentalmente será de 2 tipos:

- Lubricación por capa límite, mediante una monocapa de molécula de líquido sinovial que actúa como lubricante adherido a las superficies de contacto, y que resultará débil para soportar cargas elevadas con fuerzas importantes de cizallamiento.
- Lubricación por película de fluido mediante una película de líquido sinovial que separa las 2 superficies articulares, mucho más espesa que la capa molecular, y más preparada para soportar cargas elevadas.

Si existe un movimiento perpendicular entre las 2 superficies articulares, se producirá una lubricación por expresión, que servirá para soportar cargas elevadas poco tiempo, y si el movimiento es tangencial entre las superficies articulares, se producirá una lubricación hidrodinámica formando una cuña de líquido que se introducirá en el espacio existente. De esta forma, la capa límite será la responsable de evitar la adherencia entre las superficies

articulares y su abrasión, mientras que la película de fluido es la responsable de soportar las cargas (*Jeffery & Gregory, 1995*).

Además al ser blando, el cartílago puede deformarse bajo la presión del líquido variando la superficie de contacto y provocando una película más duradera y beneficiosa para soportar las cargas, siendo fundamental la penetración del líquido sinovial en el interior de la matriz cartilaginosa resultará fundamental para el metabolismo de los condrocitos.

En cualquier caso, y aunque las propiedades mecánicas del cartílago sano parecen explicar muchos aspectos de su comportamiento funcional, existe un acuerdo generalizado en que la adaptación del cartílago al ejercicio y a la carga depende del condrocito (*Hallett & Andrish,, 1994*). Por otra parte, estas células en el ambiente aneural y avascular tisular, van a depender completamente del intercambio molecular con el líquido sinovial para sus necesidades metabólicas y nutricionales, con lo que los cambios en el ambiente sinovial del pH, oxígeno, nutrientes y citocinas van a influir en éstas células, al igual que los cambios de presión y deformación (*Guilak, 1995; Trickey, Lee & Guilak, 2000*).

En el caso del cartílago lesionado, los límites a la carga y el movimiento se modifican. Así, hay estudios (*Gray, Pizzanelli & Grodzinski, 1988*) que confirman que la carga estática en compresión, según la duración e intensidad de ésta, disminuye la síntesis de proteoglicanos del condrocito, mientras que las intermitentes de menor duración, aumentan ligeramente esta síntesis hasta un 34%. Por otra parte (*Kiviranta, Jurvelin & Tammi, 1987; Jurvelin & Kiviranta, 1989*), la inmovilización rígida en descarga, produce atrofia del cartílago articular, con disminución de la concentración de proteoglicanos, siendo necesaria no solo la movilidad si no sobre todo la carga para recuperarla, aunque con cuidado de excederse al cargar después de una inmovilización prolongada.

Fisiopatología del cartílago en la lesión deportiva.-

La lesión mecánica del cartílago no produce una respuesta favorable, reparadora, sino que desencadena un proceso degradativo que lleva hacia la degeneración articular por la posibilidad de causar una lesión irreversible en la matriz, y porque las lesiones por compresión debidas a impactos, afectan a los condrocitos (*Radin, Martin & Burr, 1984*).

Las lesiones traumáticas del cartílago articular se diagnostican cada vez con mayor frecuencia, en buena medida por el aumento de la sensibilidad de las pruebas diagnósticas. Estas lesiones pueden quedar limitadas al cartílago, o ser más profundas y afectar al hueso subcondral. Estas últimas son ya lesiones osteocondrales, y permiten una cierta reparación desde el hueso por la formación de un hematoma local con proliferación vascular y crecimiento fibroblástico (*Guillén, 1997*).

Los deportes que más sufren este tipo de lesiones, son los de alta competición y/o de gran impacto en adolescentes y adultos jóvenes con presencia de factores predisponentes, y sobre todo en la rodilla y dentro de ella, en la llamada zona de carga del cóndilo femoral medial y en la rótula (*Long, Cooper & Gibbon, 1999*). El ejercicio moderado habitual y deportes como el golf, natación, marcha moderada o ciclismo no presentan mayores índices de lesiones condrales. En relación con los factores predisponentes, destacar en el caso de la rodilla, la edad mayor de 30 años, lesión meniscal asociada, defectos de la alineación de miembros inferiores como el genu varo, el peso elevado y anomalías genéticas del cartílago articular, todas ellas predisponentes de una artrosis precoz (*Buckwalter & Lane, 1997*).

En adultos, las lesiones cartilaginosas muchas veces son debidas a secuelas de lesiones anteriores, muy probablemente también deportivas, siendo también muy importante para el

pronóstico, las lesiones asociadas como las meniscales o las inestabilidades por rotura del ligamento cruzado anterior (LCA), que hacen que el deterioro condral progrese y propicie la degeneración de la articulación en muchos casos.

En cuanto al diagnóstico, la artroscopia por permitir la visión directa, es sin duda la prueba por excelencia, no obstante la Resonancia Nuclear Magnética (RMN) puede detectar los defectos condrales en muchos casos, mientras que los datos clínicos como el dolor o en ocasiones derrame, se pueden corresponder a cualquier otra lesión traumática. En última instancia, y en cuanto al tratamiento, existirán múltiples alternativas de tratamiento (*Guillén, 1997; Gómez Barrena, Ballester & López, 2003; De la Fuente, Abad, García-Castro, Fernández-Ripol, Petriz, Rubio & Guillén, 2004; Safran, Kim & Zaffagnini, 2008*) y diferentes protocolos de actuación en función del deterioro, edad o tamaño y profundidad de las lesiones, entre otros factores.

1.5.2 Tendón y deporte

Clásicamente se ha descrito el tendón como una estructura blanca, nacarada, de consistencia fibroelástica, resistente a la tracción, interpuesta entre músculo y hueso. Asimismo se le ha considerado como una estructura meramente transmisora de la energía de contracción del músculo al hueso. No obstante, algunos autores (*Ippolito, Natali, Postacchini, Accinni & De Martino, 1980*), han descubierto la existencia de las proteínas contráctiles, actina y miosina, en el interior de la célula tendinosa, el tenocito, e incluso lo consideran por ello un órgano contráctil.

Lo que parece claro, es que son estructuras que mediante su íntima unión a los músculos y a los huesos, permiten de esta forma, a través de las articulaciones, proporcionar movimiento o estabilidad al cuerpo en el espacio. Así, la unidad músculo-tendinosa llevará a cabo su función, bien por su acortamiento como en la contracción del músculo bíceps braquial, en condiciones de longitud constante (isometría) o bajo situaciones de contracción muscular y alargamiento del tendón (carga excéntrica) como ocurre con el tendón de Aquiles en la flexión dorsal del tobillo (*Teitz, Garrett, Miniaci, Lee, & Mann, 1997*).

El tendón cuya función es el movimiento, está sometido a grandes tensiones, sobre todo de tracción, que son las causantes de su lesión. Para responder a ello, presenta 3 propiedades biomecánicas fundamentales como son la elasticidad, la plasticidad y la viscosidad, que además están condicionadas por las características estructurales del tendón, su forma externa, su irrigación y su inervación (*Nardi & Combalia, 2001*).

Cabe señalar además que las fuerzas fisiológicas a que está sometido un tendón durante la actividad músculo-esquelética habitual, incluyendo el deporte, se caracterizan por provocar una deformidad inicial con elongación proporcional a la fuerza aplicada. Así, cuando un tendón es sometido a una fuerza de tracción, sufre una elongación inicial de tipo elástico de alrededor del 2% de su longitud. Si persisten las fuerzas de tracción, el tendón responde con una importante resistencia a la deformación por lo que hacen falta fuerzas de tracción muy elevadas para romper el tendón.

Estructura.-

Los tendones están formados por células, colágeno y una sustancia fundamental en la que predomina el agua, los proteoglicanos, las glucoproteínas y la elastina. Las células, los tenocitos, se encuentran en el entramado de fibras de colágeno, destacando la presencia de

actina y miosina descrita por algunos autores, y que permitiría considerar al tendón como un órgano contráctil (*Ippolito et al, 1980*).

El tipo de colágeno predominante es el tipo I, lo que proporciona a los tendones una mayor elasticidad, estando también presentes los tipos III, IV, y V, pudiendo comprobar con el microscopio electrónico su disposición longitudinal. Un aspecto importante es que la proporción de colágeno disminuye con la edad, tanto en número como en diámetro, por lo que con el paso de los años se reduce también la elasticidad del tendón.

Además en el tendón encontramos la sustancia fundamental; constituida por agua (58-70%), proteoglicanos (4%), glucoproteínas (2%) y elastina (4%); que tiene como función dar cohesión a las fibras de colágeno y permitir su deslizamiento. Igual que éstas, su concentración disminuye con la edad, afectando la elasticidad del tendón.

Si esto ocurre en los tendones propiamente dichos, mención especial debe darse a las uniones músculotendinosas y osteotendinosas.

En la unión músculotendinosa, a lo largo de amplias láminas de inserción, se produce el entrecruzamiento de fibras y células musculares y tendinosas, desarrollándose, no obstante, un comportamiento biomecánico similar al muscular.

Con respecto a la entesis, o unión osteotendinosa, se describen clásicamente (*Dolgo-Saburoff, 1929*), 4 zonas bien diferenciadas:

Zona 1: estructura típicamente tendinosa, con tenocitos, colágeno y sustancia fundamental.

Zona 2: localizada unos milímetros más cercana a la inserción, y en donde los tenocitos dejan de presentar núcleos alargados para hacerse más redondos, asemejándose a las células cartilaginosas.

Zona 3: Aparece la línea cementante o línea azul, por su coloración a la tinción de hematoxilina-eosina, entre la estructura tendinosa y los condrocitos. Es la zona de cartílago calcificado o mineralizado, primer vestigio de sustancia osteoide.

Zona 4: En esta existe una estructura típicamente ósea por acumulación progresiva de cristales de hidroxipatita en el interior de las células de colágeno.

Los tendones se encuentran rodeados de capas de tejido conjuntivo. La más externa se denomina paratendón, formado por fibras de colágeno tipos I y II, fibrillas elásticas y células sinoviales que se encuentran en la superficie interna del paratendón. Sirve de manguito elástico y permite el movimiento del tendón entre los tejidos que le rodean.

Por debajo del paratendón, el tendón se encuentra rodeado de una capa fina de tejido conjuntivo denominada epitendón, y finalmente el endotendón es una red de tejido conjuntivo dentro del tendón.

Un haz de fibras tendinosas forman un fascículo de fibras primarias, y un grupo de estos los fascículos secundarios, los verdaderos fascículos. Un grupo de fascículos secundarios forma terciarios, los cuales constituyen el tendón. El endotendón rodea los fascículos primarios, secundarios y terciarios (*Clancy, 1990*).

En aquellos puntos en los que un tendón cruza la cara flexora de una articulación, su estructura se modifica, existiendo unas vainas fibrosas resistentes que impiden su desplazamiento anteroposterior (volar en el caso de los tendones flexores largos, y dorsal en el caso de los tendones extensores largos de la mano y muñeca) y lateral, permitiendo no obstante su deslizamiento en el interior de la vaina. Además en los puntos críticos, la vaina se refuerza por poleas.

Las propiedades biomecánicas del tendón también van a depender de su forma externa. Así se comprueba como los fascículos tendinosos, que estructuralmente se agrupan en fascículos según líneas de fuerza, están dispuestos de forma ondulada, helicoidal, formando bucles, trenzados sobre sí mismos y enrollados entre sí en los 3 planos del espacio. De esta forma, el tendón podrá desenrollarse cuando soporte fuerzas de tracción, y mantener un mayor grado de elasticidad.

Vascularización e inervación.-

La irrigación del tendón suele realizarse habitualmente a partir de la unión músculotendinosa y la unión osteotendinosa, conformándose posteriormente una red anastomótica entre ambas, la red vascular intratendinosa. No obstante, en los tendones largos del pie o mano, esta circulación no es suficiente, añadiéndose al anterior un aporte suplementario a expensas de otras arteriolas de la región, como es el caso de las vínculas en los tendones flexores de los dedos, o de la tibial posterior en el tendón de Aquiles. A pesar de ello, existen zonas tendinosas, en algunos tendones, con una disminución de la vascularización, y por tanto, menor elasticidad y mayor propensión a la lesión.

En relación con la inervación, y aunque esta tiene menor importancia en relación con sus propiedades biomecánicas, recordar que proviene sobre todo de la unión musculotendinosa.

Etiopatogenia y fisiopatología de las lesiones tendinosas acumulativas.-

El número cada vez mayor de personas que se dedican al deporte, y que además lo hacen en la edad media de la vida, de manera discontinua y en ocasiones agresiva, hacen que las lesiones tendinosas sean cada vez más frecuentes, y se hayan elevado de un 20% a un 34,5 % según algunos autores (*Jozsa, Kvist & Baliant., 1989; Maffulli, Wong & Almekinders, 2003*). Con respecto al ballet, también es mayor el número de practicantes a todas las edades, siendo los factores que influyen en la presencia de tendinopatías, objeto de estudio en este trabajo.

Así, en la patogenia de las lesiones acumulativas en el deporte y ballet, ya hemos visto como el papel de la exposición a microtraumatismos de repetición resulta esencial, así como el de la fatiga tisular como precursora de la aparición de lesiones acumulativas por sobrecarga en los diferentes tejidos si se mantiene la exposición a estos microtraumatismos, siguiendo habitualmente estas lesiones las rutas de la inflamación. No obstante este mecanismo etiopatogénico, no va a estar tan claro en el tendón. (*Sobrino, 2003; Riley, 2004; Sharma & Maffulli, 2005; Wang, Iosifidis & Fu, 2006*)

La sobrecarga mecánica va a ser sin duda la principal causa de aparición de tendinopatías, sin embargo y aunque muchos estudios indican que la sobrecarga mecánica repetitiva induce inflamación y cambios degenerativos en los tendones, los mecanismos moleculares y celulares responsables no parecen estar claramente definidos.

Parece que la colagenasa, enzimas degradativos como la Matriz Metaloproteinasas -1 (MMP-1) y agentes inflamatorios como las citokinas o PGE1 y PGE2 pueden estar involucradas en los cambios inflamatorios y degenerativos del tendón, pero tampoco parece estar confirmada científicamente esta implicación (*Wang et al , 2006*)

Lo que si parece que se produce es lo que podríamos definir como una inflamación neurogénica, encontrándose un aumento de la concentración de glutamato, sustancia P y calcitonina –gen péptido, sustancias que van a mediar respuestas adaptativas a tensiones

mecánicas, y que son responsables de una actividad nociceptiva y la presencia de edema (Langherg, 1999; Alfredson, Forsgren, Thorsen & Lorentzon., 2001).

Otro aspecto muy importante a considerar, sin duda proviene de la aportación de estudios anatomopatológicos sobre cortes histológicos en tendinopatías. Así, el término tendinitis, que por si mismo apunta la presencia de un fenómeno inflamatorio en los tendones, es el que habitualmente se utiliza para denominar los procesos en el que el síntoma fundamental es la presencia de dolor en estas estructuras, si bien, la observación de estudios histológicos de piezas quirúrgicas sólo han demostrado la presencia en estos casos de escasas células inflamatorias como macrófagos o polimorfonucleares y escasa formación de tejido de granulación. Por el contrario, lo que si se ha observado habitualmente, son los signos característicos de un proceso degenerativo con una matriz de colágeno desorganizada, aumento de fibroblastos e incremento de la vascularización local, siendo el término histológico utilizado para su definición el de hiperplasia angiofibroblástica, y el término clínico correcto que deberíamos utilizar el de tendinosis y no el de tendinitis. Incluso, estos cambios degenerativos, que son los que debilitan al tendón y lo convierten en el punto débil de la unidad miotendinosa, se han encontrado en tendones asintomáticos, y el grado de degeneración se incrementaría con la edad y podría representar parte del proceso normal de envejecimiento, aunque también podría estar relacionado con la actividad, ya que muestras de biopsia de pacientes jóvenes o de edad media que realizan una gran actividad sobre la unidad miotendinosa afectada, siempre presentaban cambios degenerativos en el tendón afectado (Clancy, 1990; Gregory, 2002; Alfredson & Cook, 2007)

En cualquier caso, en los pacientes con tendinopatías deberemos valorar las distintas alteraciones estructurales o mecánicas que condicionan la disminución de las propiedades biomecánicas del tendón y que conducen a la lesión o en ocasiones incluso a la rotura espontánea. Para algunos (Williams, 1986), esta valoración será la medida más eficaz para proceder a la prevención de estas lesiones, sobre todo teniendo en cuenta que estas estructuras están muy expuestas a cargas mecánicas, dado que aunque son transmisores de las fuerzas musculares al hueso y absorben mucha energía, son menos eficientes en transmitir las cargas.

La magnitud de la carga así como la manera y la historia de la exposición a cargas son muy importantes, ya que la sobrecarga mecánica de los tendones puede producirse tanto por un estrés prolongado como también por fuerzas de tensión de alto grado y corta duración. Igualmente cargas repetitivas durante un tiempo, incluso si estas son bajas, pueden tener efectos acumulativos sobre los tendones y producir microlesiones y producción de mediadores inflamatorios (PGE2, LTB4), factores nociceptivos (sustancia P) y enzimas degradativas (MMP-1 y MMP-3).

En este sentido, se debe conocer que aunque los tendones Aquiles y patelar transmiten fuerzas musculares y por tanto están expuestos a fuerzas de tensión, las fuerzas compresivas y transversales, también afectan a algunos tendones como el tendón de la porción larga del bíceps, extensor carpi radialis brevis (ECRB), flexor hallucis longus y el tibial posterior. Incluso el manguito rotador está sometido a fuerzas de compresión perpendicular sobre el tendón (Blevins, Djurasovic, Flatow & Vogel, 1997)

Además, según se ha podido comprobar, las cargas pueden ser distintas en diferentes partes del tendón simultáneamente, lo que podría provocar adicionales fricciones que justifiquen la lesión. (Arndt, Komi, Brueggermann & Lukkariniemi, 1998)

Otros factores a considerar serían: la posición de las articulaciones adyacentes, que va a generar también fuerzas a los tendones, estando los tendones de las diferentes partes del cuerpo, por tanto, sometidos a diferentes niveles de carga; y la contracción muscular o la talla relativa del tendón, ya que el estrés mecánico va a depender también de estos factores, considerándose que a mayor sección transversal de un músculo mayor será la fuerza de contracción y mayor la tensión del tendón (*Arndt et al ,1998; Malaviya, Butler, Korvick & Proch ,1998*)

Pero la sobrecarga mecánica aunque muy importante, no va a ser el único factor implicado en el desarrollo de la tendinopatía, otros factores como la vascularización, edad, alteraciones del colágeno y genética también pueden participar en su patogenia y esto puede explicar que también aparezcan estas lesiones en sedentarios (*Young, Kanta & Mafulli , 2005*).

En relación con la vascularización, se han realizado diferentes estudios (*Nardi & Combalia, 2001*) de los que parece desprenderse que el tendón es una estructura pobremente vascularizada, y que esta disminución del aporte arterial puede determinar la degeneración tendinosa y abocar en una lesión crónica cuyo final es la rotura del tendón.

Incluso se estudió la posible predisposición a estas lesiones debido a una alteración preexistente de la matriz tendinosa, ya sea por alteraciones del colágeno, de la laminina y la fibronectina, o de otras estructuras del tendón debidas a enfermedades generales, o tratamientos con determinados fármacos como la ingesta de antibióticos como las quinolonas o los corticoides in situ.

En otros casos, se apuntó la existencia de fallos del mecanismo regulador de la contracción muscular a partir de una incoordinación de los distintos músculos que provocarían condiciones suprafisiológicas para el tendón y un fallo del mecanismo regulador de la contracción muscular, o la rotura tendinosa. precedida de alteraciones degenerativas, por otra parte frecuentes a partir de los 30-35 años, como la degeneración mixoide, la degeneración grasa o la degeneración calcificante, siendo la hipóxica, la más frecuente entre los tendones que han sufrido rotura (*Nardi & Combalia, 2001*).

Factores de riesgo para la aparición de lesiones tendinosas en el ballet y deporte.-

Como hemos visto, un aspecto esencial en la aparición de lesiones deportivas, es definir los factores predisponentes de riesgo para la aparición de estas tendinopatías, así como las características del entrenamiento o carga de trabajo a consecuencia de la cual pueden producirse los cambios, ya sea por las características del ejercicio, o incluso por la ausencia de este.

En cuanto a los factores de riesgo, ya se ha descrito como la presencia de determinadas variaciones anatómicas, desequilibrios músculo-esqueléticos o lesiones previas, entre otros, van a ser factores a considerar en la aparición de lesiones acumulativas en el ballet y el deporte, con afectación de diferentes tejidos y por supuesto el tendón. En las lesiones tendinosas además habrá que considerar las cualidades fisiomotrices del deportista como la fuerza, resistencia, flexibilidad, o coordinación, apuntándose la incoordinación motora neuromuscular, como uno de los factores a considerar en la génesis de estas lesiones (*Murphy, Connolly & Beynon, 2003; Shepard, 2005; Finch, 2006*).

Con respecto al entrenamiento o ensayos si hablamos de ballet, se considera que alrededor del 60% de las lesiones en el deporte y ballet, están relacionadas con las diferentes fases de su desarrollo.

Así errores en su metodología, en cuanto a volumen, intensidad, duración o coordinación neuromuscular, la presencia de nuevas técnicas de entrenamiento o la deficiente enseñanza y/o aplicación de la técnica deportiva, son factores relacionados por diferentes autores como responsables en gran medida de estas lesiones tendinosas (*Leadbetter, Buckwalter & Gordon, 1990; Junge, Rosch & Peterson, 2002; Bahr, 2005*).

Un aspecto muy importante a considerar dentro de los entrenamientos o ensayos (*Olsen & Myklebust, 2002; Junge et al, 2002; Thacker & Gilchrischt, 2004; Young Park & Chou, 2006*), va a ser el calentamiento, siendo controvertido por algunos autores el papel de los estiramientos como factor preventivo o favorecedor de lesiones en el deporte, si bien parece recomendado siempre que se incluya en el contexto de un acondicionamiento adecuado y en una sistemática preventiva del calentamiento que incluyera sucesivamente:

- Movilidad articular
- Carrera progresiva
- Estiramientos
- Entrenamiento técnico- propioceptivo previos a la actividad principal

Los diferentes factores etiopatogénicos apuntados van a determinar la lentitud con la que se produce la recuperación de la lesión de un tendón, sobre todo si existe inmovilización o reposo funcional, ya que el tiempo requerido para que cualquiera de los componentes del sistema músculo-esquelético se recupere después de inmovilizar, es mucho mayor que el tiempo necesario para causar atrofia, sospechándose además que después no se recuperan todas las propiedades de los tendones sanos, sobre todo a partir de la edad adulta. En ésta, disminuyen la elastina, los proteoglicanos y el agua, disminuye el recambio de colágeno que además se endurece perdiendo resistencia a la tensión, y además disminuye el flujo sanguíneo del tendón, el número de tenoblastos así como su actividad, retrasando tal vez la capacidad de reparación del tendón (*Calderón, 2002*).

En atletas entrenados, el ejercicio intenso induce la producción de colágeno tipo I, sin embargo la ausencia de ejercicio y la inmovilización disminuye el peso total, rigidez, y límite de resistencia a la tracción (*Woo, Gomez & Woo, 1982; Alfredson & Lorentzon, 2000*).

En este sentido, y aunque como veremos a continuación, el entrenamiento apropiado o ejercicio va a producir efectos positivos sobre el tendón, excesivas cargas sobre esta estructura durante ejercicio intenso, así como la aplicación de una carga mecánica alta o baja pero repetitiva a alta frecuencia y/o de larga duración, puede inducir la degeneración tendinosa (*Renstrom & Kannus, 1991; Salvanetti & Puddu, 1997*).

En aquellas zonas en las que los tendones están rodeados de vaina, esta va a generar líquido sinovial que va a permitir el normal deslizamiento del tendón siguiendo la contracción y relajación muscular. Cuando los movimientos son amplios y frecuentes, el líquido sinovial suele ser insuficiente por lo que va a aumentar la fricción entre tendón y vaina y esto va a dar como consecuencia la aparición de inflamación. Si continúa repetitivamente el movimiento, y ya en esta fase, tendríamos como consecuencia la aparición de una tenosinovitis.

Consideraciones generales del Diagnóstico y Prevención de las tendinopatías.-

El adecuado conocimiento de la etiopatogenia, fisiopatología y clínica general y específica de las tendinopatías, van a significar el principal valor a considerar en su diagnóstico, confirmándose principalmente por los hallazgos de la exploración clínica y

complementándose el mismo con la ayuda sobre todo de la Ecografía y la Resonancia Nuclear Magnética.

Una vez diagnosticadas, y para realizar un adecuado enfoque del tratamiento general de estas tendinopatías, habrá que tener en cuenta en primer lugar cuales son los objetivos del mismo, para a continuación considerar los principales factores etiopatogénicos que influyen en su aparición, así como las causas del dolor tendinoso, importante factor limitante en la práctica del ballet y deporte, cuando estas lesiones están presentes.

Los objetivos generales del tratamiento de cualquier lesión acumulativa en el deporte, va a ser disminuir el dolor y la inflamación, así como favorecer la cicatrización y el retorno del individuo al entrenamiento en el plazo más breve posible.

En el caso de las lesiones tendinosas, los objetivos no son diferentes, si bien no está clara la presencia del componente inflamatorio per sé, aunque ya se ha visto que si parecen existir signos de lo que podría esgrimirse como una inflamación de carácter neurogénico que parece implicada en la presencia del dolor tendinoso.

También se ha descrito como la etiopatogenia de estas lesiones, parece estar relacionada con un fallo en la respuesta a la agresión que significa la exposición a microtraumatismos de repetición, no estando claramente definido el mecanismo del dolor, ya que este está presente también en sujetos sedentarios y sin clara relación con lesión histológica (*Hart, Frank & Bray, 1995*).

En este sentido, se describió el papel del Glutamato, neurotransmisor y potente modulador del dolor en el Sistema Nervioso Central, no presente en tendones sanos, o de la Sustancia P y Calcitonina- gen relacionada con el péptido, como sustancias responsables junto al incremento del número de vasos, de la vía neurovascular de la tendinopatía y la presencia de dolor (*Langberg, Skovgaard, Karamoudis, Bulow & Kjaer, 1999; Alfredso et al, 2001; Alfredson & Cook, 2007*).

Por otra parte, la vulnerabilidad del tendón, la presencia de microroturas y el cambio de colágeno tipo I por tipo III también parecen estar implicados en la aparición de dolor, como también que esté asociado a una irritación mecánica que genere una hipervascularización, o que la severidad de la tendinopatía esté directamente relacionada con el grado de dolor y rigidez (*Maffulli, Ewen, Waterston, Reaper & Barrass, 2000; Kjaer, 2004*).

Con todas estas consideraciones, lo que si debe quedar claro es que para estas lesiones tendinosas acumulativas relacionadas con el ballet y con el deporte en general, la principal medida de tratamiento y también la más eficaz va a ser la Prevención. Esta debe ir encaminada a intentar evitar la aparición de estas lesiones, y si ya se han presentado a poner los medios para realizar su diagnóstico y tratamiento lo más precoz posible, y evitar sus recidivas (*Van Mechelen, Hlobil & Kemper, 1992; Dvorak, Junge et al, Comiak, Bauman, Peterson, Rosh & Hodgson, 2000*).

En este sentido, ya se ha indicado que un aspecto esencial será definir los factores de riesgo intrínsecos al bailarín y deportista predisponentes para la aparición de estas tendinopatías, así como los factores extrínsecos desencadenantes de su aparición, entre los que ya se ha destacado el papel las características del entrenamiento o carga de trabajo a consecuencia de la cual pueden producirse alteraciones, para posteriormente intentar subsanarlos o al menos minimizarlos en lo posible.

El objetivo real de esta Prevención, no pretende evitar estas lesiones de manera definitiva ya que la propia actividad deportiva conlleva implícito el riesgo de que se produzcan, sino intentar que este riesgo disminuya y que la evolución de la lesión permita que la

reincorporación del deportista se realice en el menor tiempo posible mediante su recuperación funcional y una adecuada readaptación física (Casas, 2008).

Para todo ello, sin duda el entrenamiento de fuerza respetando equilibrios musculares y buscando la armonía entre los diferentes grupos para potenciar ulteriormente aquellos más específicos de cada disciplina atlética, y de la propiocepción, consiguiendo el adecuado equilibrio neuromuscular, van a significar una de las medidas más importantes a considerar (Comí, 2002), si bien, tanto para la prevención como para el tratamiento de las tendinopatías una vez desarrolladas, la realización de ejercicios, sobre todo excéntricos, van a significar, la principal medida de tratamiento y también la más efectiva (Alfredson, Pietila, & Jonson, 1998; Alfredson & Cook, 2007; Kongsgaard & Aagaard, 2005 y 2006; Kraushaar, 1999; Kjaer & Langher, 2005; Kingma, Knikker & Wittink, 2007; Paoloni, Murrell, Burch & Ang, 2009), debiendo hacer además especial mención de la técnica, que en disciplinas atléticas más individuales como el ballet cobra mayor valor ya que como ya se ha indicado, el riesgo predominante en la aparición de estas lesiones va a venir dado por la alteración de las condiciones biomecánicas del ejercicio que se provoca fundamentalmente por una técnica imprecisa y movimientos repetidos.

1.5.3 Músculo y deporte

El sistema músculo-esquelético humano, es un conjunto de palancas óseas unidas por complejos articulares diversos y movidas por la acción de las estructuras miotendinosas a partir de la contracción de cadenas musculares que configuran una unidad funcional.

Las lesiones musculares son muy frecuentes en el deporte, con una incidencia que varía entre el 10% y el 55% de todas las lesiones (Garret, 1996; Beiner & Jokl, 2001; Jiménez Díaz, 2006).

Los mecanismos de producción son variados e incluyen la contusión, el estiramiento o la laceración.

Las laceraciones musculares son las lesiones menos frecuentes, mientras que las contusiones y las distensiones ocurren en el 90% de de todos los casos de afectación muscular (Järvinen & Letho, 1993).

La contusión del músculo se produce cuando un músculo es sometido a una fuerza repentina, de tipo compresivo, siendo más frecuente en los deportes de contacto, mientras que en aquellos en los que predominan las aceleraciones y los saltos se produce una mayor incidencia de lesiones por distensión (Crisco, Jolk, Heinen, Connell & Panjabi, 1994; Garret, 1996).

En las distensiones musculares, la aplicación de una fuerza de estiramiento excesiva sobre el músculo, produce una tensión exagerada de las microfibrillas y por consiguiente una ruptura cerca de la unión músculo tendinosa. Estas lesiones afectan especialmente a los músculos poliarticulares, sobre todo en los miembros inferiores (Kalimo, Rantanen & Jarvinen, 1997; Kujala, Orava & Järvinen, 1997).

Teniendo en cuenta que la importancia y repercusión de estas lesiones en el mundo del deporte es cada vez mayor, y con ello la necesidad de su recuperación adecuada en el plazo más breve posible, resulta imprescindible el conocimiento adecuado de la fibra muscular, su fisiología y biomecánica así como su forma de reparación. Así, y aunque en la literatura científica internacional existen numerosas publicaciones sobre las características

fisiopatológicas del músculo estriado, entendemos necesario utilizar para su estudio, tratados específicos sobre la patología muscular en el deporte.

Anatomía microscópica y fisiología de la fibra muscular.-

El músculo está constituido por unidades fundamentales denominadas fibras musculares (100-500 fibras x fascículo), que se estructuran a su vez, en un eficiente sistema proteico de contracción, con el sarcómero como unidad básica.

El músculo estriado completo está rodeado de una capa de tejido conjuntivo que se denomina epimisio y está compuesto por la unión de fascículos longitudinales que rodeados del perimisio, a su vez constan de un número variable de fibras polinucleadas rodeadas de una capa que se llama endomisio y que pueden alcanzar 10 cm. de longitud y 400 micras de diámetro.

Dichas fibras están compuestas por numerosas unidades de menor tamaño denominadas miofibrillas que están formadas esencialmente por las proteínas actina y miosina, (ésta última con actividad degradativa de adenosin trifosfato o ATP y compone los filamentos gruesos), cuya disposición periódica permite la característica imagen de estriaciones transversales. A su vez en las miofibrillas se pueden encontrar los denominados sarcómeros o unidades estructurales fisiológicas a nivel molecular, compuestos por una serie de bandas claras (bandas I, isotrópicas) y oscuras (bandas A, anisotrópicas). En el centro de la banda oscura se encuentra una banda clara más pequeña, denominada H, cruzada por una línea oscura o N. Asimismo, en las bandas claras puede observarse otra línea oscura denominada Z.

Aparte de la miosina y actina, dentro del sarcómero se encuentran, al menos , otras 2 proteínas de gran significación funcional en los procesos de contracción-relajación, la troponina y tropomiosina, y otras de importante significación estructural, reguladora y enzimática, entre las que se encuentran la proteína M , presente en la línea M, o la alfa y la beta actinina.

El sarcolema o membrana de la fibra muscular, vehiculiza la propagación del estímulo nervioso y condiciona el transporte de moléculas importantes para el músculo como la glucosa, el lactato o la misma insulina, mediante transportadores que regulan el flujo de las mismas. Por su parte el sarcoplasma de la fibra muscular comprenderá el contenido del sarcolema, con exclusión de las proteínas de los elementos contráctiles y los núcleos. Específicamente, está formado por el citoplasma y por organoides citoplasmáticos comunes: mitocondrias, retículo endoplásmico, complejo de golgi y liposomas (*Lamb, 1978; Staron, 1997; Willmore & Costill,, 2007*)

Contracción muscular. Tipos de fibra muscular y adaptación muscular.-

Es el proceso por el cual, la fibra muscular, mediante puentes cruzados entre los filamentos de actina y miosina, la participación de las proteínas troponina y tropomiosina, la liberación de calcio y la hidrólisis de ATP, es capaz de reducir su longitud acortando los sarcómeros según la teoría del filamento deslizante.

No todas las fibras musculares disponen de la misma capacidad de contracción, ni están distribuidas de la misma manera en el organismo.

Hay distintas clasificaciones, considerándose la principal aquella que distingue entre fibras lentas y rápidas, donde se distinguen las fatigables y las resistentes a la fatiga. Entre otros

aspectos, en las lentas existirán menos fibras por motoneurona, una mayor capacidad oxidativa y mayor resistencia a la fatiga, así como menor capacidad glucolítica.

Por el contrario entre las rápidas existen 2 tipos, A y B. En ambas el número de fibras oscila entre 300 y 800, la capacidad oxidativa y la resistencia a la fatiga son moderadas en las A y bajas en las B, donde en cambio la capacidad glucolítica es muy alta con respecto a las A que es alta.

La distribución de estas fibras no es homogénea ni siquiera en el interior de un mismo músculo. El tipo de fibra va a depender de factores tanto intrínsecos, entre ellos los factores genéticos, como extrínsecos, destacando el entorno o entrenamiento, entre otros. Estos factores van a influir además en la adaptación del músculo ante situaciones estresantes. En estos casos el músculo responderá mediante mecanismos de atrofia e hipertrofia, quedando su plasticidad restringida por la adaptabilidad de las motoneuronas y su ordenación simpática.

Así, y aunque el componente genético es muy importante, el músculo parece disponer de un margen discutiblemente amplio de acomodación para poderse adaptar y modificar con el entrenamiento. La respuesta adaptativa dependerá directamente de la intensidad, la duración del entrenamiento, y el patrón temporal de la actividad física, donde el descanso adquiere una gran importancia.

Con respecto al envejecimiento, se ha observado que las fibras tipo I se alteran mucho menos que la tipo II, y que se produce una reducción del volumen y número de fibras, perdiendo más la capacidad del metabolismo aeróbico que el anaeróbico, aunque parece que el ejercicio puede alterar significativamente este comportamiento.

Biomecánica de la lesión muscular.-

Los trastornos musculares más frecuentes se denominan agujetas (DOMS- delayed onset muscle soreness), que suelen acontecer cuando el ejercicio es intenso y desacostumbrado. Son trastornos estructurales que se producen a nivel celular con una inflamación atípica próxima a lo que se considera lesión clínica aunque de aparición retardada.

En relación con las lesiones propiamente dichas, y como en cualquier otro tejido, en el músculo podremos encontrarnos con lesiones agudas, producidas por traumatismo directo o tras sollicitaciones extremas de manera indirecta, o con las denominadas lesiones acumulativas, las más frecuentes, producidas por una sobrecarga tisular tras la exposición a microtraumatismos de repetición cursando habitualmente con dolor agudo.

Aunque habitualmente estas lesiones acumulativas suelen relacionarse con las lesiones crónicas, con el término de lesión muscular crónica se suelen definir aquellas que cursan con dolor persistente crónico, y las complicaciones, principalmente *la fibrosis muscular, el nódulo fibroso cicatricial o hematoma enquistado, y la miositis calcificante*.

Entre las agudas, cabe destacar las producidas por causas extrínsecas como los traumatismos directos, de las que las más conocidas son las contusiones. Estas contusiones provocarán el popularmente conocido como “bocadillo”, siendo más frecuentes como hemos comentado, en los deportes de contacto. Además deben destacarse también las que se producen tras sollicitaciones extremas de manera indirecta y de causa intrínseca, que son las denominadas distensiones, y que son más frecuentes, como hemos visto, en los deportes en los que predominan las aceleraciones y los saltos. Estas últimas suelen producirse en los grupos musculares biarticulares de los miembros inferiores, habitualmente por contracciones musculares excéntricas que reúnen alargamiento y contracción muscular. Esto es así, porque al contener un elevado porcentaje de fibras de contracción rápida dependen, entre otros, de la

posición de ambas articulaciones, siendo más frecuentes cuando se realizan esfuerzos explosivos.

Aunque cuando existe una contusión, no hay dudas de que se trata de una lesión aguda, más controvertido resulta plantear si una lesión muscular que se produce de manera indirecta se trata de una distensión aguda o bien se trata de una lesión acumulativa, las más frecuentes según algunos, y que se producen por sobrecarga del tejido muscular tras la exposición a microtraumatismos de repetición cursando en muchas ocasiones con dolor agudo.

No hay que olvidar, que entre las causas que favorecen más frecuentemente las lesiones musculares destaca la fatiga tisular, elemento clave en la aparición de cualquier lesión acumulativa, ya que es precursora de su aparición. Así, cuando la intensidad es muy elevada o la duración de un ejercicio es muy prolongada, especialmente al final de las sesiones de trabajo, se pueden producir alteraciones iónicas que facilitan la aparición de estas lesiones musculares. Estas modificaciones pueden tener su origen en el exceso de sudoración que incrementa la eliminación masiva de iones y agua. Además, cuando se produce la fatiga muscular, se reduce la capacidad de absorber energía y de generar tensión durante la contracción excéntrica, manteniéndose conservada la capacidad de estiramiento fibrilar, por lo que se aumentará el riesgo de lesión, especialmente si se combina con trabajo excéntrico. Asimismo se ha comprobado que el músculo fatigado debe elongarse más para ejercer la misma acción amortiguadora, y que la alteración de la contractilidad desempeña un papel más importante en la producción de la lesión, más que la alteración de la capacidad de elongación.

Los grupos musculares poliarticulares van a ser más proclives a la lesión, habitualmente por contracciones musculares excéntricas que reúnen alargamiento y contracción muscular. Esto es así, ya que en primer lugar contienen un elevado porcentaje de fibras de contracción rápida y dependen de la posición de ambas articulaciones, pero además van a controlar el movimiento articular producido por el grupo antagonista, siendo más frecuentes cuando se realizan esfuerzos explosivos. En esta contracción la capacidad de absorción de energía del músculo antes de la rotura aumentará un 100% respecto a la rotura por alargamiento pasivo, lo que explica el papel preventivo del trabajo muscular para incrementar este potencial amortiguador. Por el contrario, la debilidad y/o fatigabilidad precoz predisponen a la lesión.

En cuanto a la localización de la lesión, y si bien obviamente no puede presumirse la localización de la contusión, si podría hacerse con las lesiones por distensión, que suelen situarse cerca y proximal a la unión músculotendinosa (0,1-1mm), dando lugar a microhemorragias locales seguidas de una reacción inflamatoria con infiltración celular (4-6 horas después) y edema. Al cabo de 1 semana suele predominar la proliferación de tejido fibroso conjuntivo sobre la reacción inflamatoria, aunque todavía será baja la regeneración miofibrilar (*Armstrong, 1999; Bouchard, Dionne, Simoneau & Boulay, 1992; Clarkson, 1997; Turmo, 2005*)

Etiopatogenia y Factores de riesgo.-

Los factores de riesgo, tanto intrínseco como extrínseco, van a ser similares a los descritos para las lesiones tendinosas. En general, la mala condición física o la inadecuada recuperación de ésta, va a ser el factor más involucrado en la lesión muscular de todos los que lo hacen directamente, y entre los que también incluiríamos (*Peterson, 1986; Noonan & Garrett, 1999; Skinner, Jaskolski, Jaskolsa, Krasnoff, Gagnon, Leon, Rao & Bouchard, 2001; Orchard, 2003; Turmo, 2005*):

- Edad.

- Constitución. Los atletas y deportistas que presentan un biotipo brevilíneo e hipermusculado están más relacionados con esta patología, si bien este tipo de biotipos no se suele dar en Ballet.
- Deficiente flexibilidad de algunos grupos musculares. Estudiadas como una de las causas que favorecen estas lesiones no tanto en ballet pero si en fútbol, sobre todo en isquiotibiales y cuádriceps, cuando la movilidad previa de estos grupos musculares delata poca flexibilidad.
- Antecedentes de lesiones previas en la misma zona.
- Mala recuperación o tratamiento incorrecto de una lesión previa. Siendo este factor muy importante, sobre todo en los músculos poliarticulares especialmente de los miembros inferiores, donde estas lesiones son más frecuentes
- Planificación inadecuada del entrenamiento. El defecto o exceso de entrenamiento, la falta de calentamiento y la acumulación de fatiga son factores precipitantes de una lesión muscular y que tendrán que estar siempre presentes
- Deficiente hidratación y nutrición.
- Mala condición técnica.
- Deficientes condiciones ambientales en relación con el frío y la humedad.

En cuanto a las causas más frecuentes de lesión muscular (*Jiménez Díaz, 2006*), estas podríamos clasificarlas en:

1. Fatiga muscular: Cuando la intensidad es muy elevada o la duración de un ejercicio es muy prolongada, especialmente al final de las sesiones de trabajo, se producen alteraciones iónicas en el sarcolema que facilitan la aparición de estas lesiones musculares. Estas modificaciones tienen su origen en el exceso de sudoración que incrementa la eliminación masiva de iones y agua. También durante el proceso de fatiga muscular, se reduce la capacidad de absorber energía y de generar tensión durante la contracción excéntrica, manteniéndose conservada la capacidad de estiramiento fibrilar.

Por tanto, es necesario para retrasar el grado de fatigabilidad muscular, llevar a cabo un buen trabajo de fuerza-resistencia (*Turmo, 2005*), así como la realización de un correcto calentamiento y una adecuada fase de vuelta a la calma.

La fatigabilidad muscular alta aumenta el riesgo de lesión, especialmente si se combina con trabajo excéntrico, mientras que por el contrario, el trabajo de fuerza-resistencia puede retrasar la aparición de fatiga en el músculo. Si aparece esta, disminuirá la capacidad de absorber energía (amortiguación) y de generar tensión en la contracción excéntrica, manteniéndose en valores normales la capacidad de alargamiento del músculo hasta que se produce la lesión. Asimismo se ha comprobado que el músculo fatigado debe elongarse más para ejercer la misma acción amortiguadora, y que la alteración de la contractilidad desempeña un papel más importante en la producción de la lesión, más que la alteración de la capacidad de elongación.

2. Alteraciones en el equilibrio muscular: Para llevar a cabo u movimiento existe grupo muscular que realiza la función predominante o principal, otros que apoyan ese movimiento (sinérgicos) y otros que se oponen al mismo (antagonistas). Para que un músculo pueda contraerse correctamente, se necesita que otro se relaje permitiendo hacer el movimiento con normalidad. Si el músculo principal se contrae de forma desproporcionada con relación a su antagonista, éste a veces no soportará esa tracción

y llegará a romperse durante la contracción. Por ello se precisa un entrenamiento muscular óptimo para conseguir una reducción en la incidencia de estas lesiones.

El acondicionamiento muscular óptimo es el primer instrumento para conseguir que disminuya la incidencia de lesiones. Esto implica, además de la obtención de niveles altos de fuerza, la corrección de desequilibrios en el balance muscular entre grupos, y el incremento máximo de la resistencia muscular para conseguir una mejora de la coordinación intermuscular y una mayor resistencia a la fatiga, por lo que el error de planificación en la recuperación y el entrenamiento es uno de los factores etiológicos de lesión muscular.

Así, y aunque no hay establecida relación causa-efecto, en algunos estudios (*Niemuth, Johnson, Myers & Thieman, 2005*) se ve la asociación entre la ausencia de equilibrio de fuerza entre los grupos musculares abductores-aductores y flexores de cadera, y la presencia de mayor número de lesiones por microtraumatismos de repetición en los corredores aficionados, lo que significa sin duda una línea interesante de trabajo para prevenir estas lesiones acumulativas en el deporte.

3. Cambio de los sistemas de trabajo y de las superficies de entrenamiento: Estas modificaciones, muy frecuentes en el ballet, pueden ocasionar un mayor grado de fatiga muscular en grupos musculares diferentes a los habitualmente utilizados, lo que puede originar la aparición de accidentes musculares especialmente cuando se lleva a cabo una deficiente programación de cargas. Además, cuando se trabaja en diferentes superficies de entrenamiento, las inserciones musculares tienen que adaptarse a los distintos tipos de fuerza que el cuerpo tiene que hacer para adaptarse a los distintos tipos de dureza del terreno. En estos casos el proceso de amortiguación no es el mismo y la fuerza que el cuerpo tiene que hacer para adaptarse a estos cambios también es diferente. Finalmente, el cambio frecuente de calzado deportivo o la práctica de una inadecuada técnica de carrera conlleva a la aparición de procesos de sobrecarga que facilitan el establecimiento de este tipo de lesiones.

4. Presencia de lesiones recidivantes: Existe déficit de elasticidad como causa o también consecuencia de lesiones recidivantes, por lo que la realización de varios ciclos de estiramiento mantenido, alarga la longitud muscular para una misma tensión de estiramiento (el 80% de alargamiento se produce después de los 4-5 primeros ciclos), lo que explica la importancia del estiramiento en la prevención y la rehabilitación.

Será importante el calentamiento, que puede realizarse mediante ejercicio físico o termoterapia, y tiene también un evidente efecto protector de la aparición de lesiones por exposición a microtraumatismos de repetición, ya que va a elevar la temperatura muscular y la capacidad de alargamiento por tensión así como la producción de fuerza de contracción.

Por otra parte, y aunque el resultado a largo plazo de las lesiones musculares por sobrecarga, es según algunos autores, generalmente excelente y las complicaciones son infrecuentes (*Noonan & Garrett, 1999*) las deficiencias persistentes, la falta de progresión en el retorno y la vuelta a la competición antes de que el deportista esté completamente curado, van a ser una causa muy frecuente de recidiva o cronificación del proceso (*Orchard, 2003*)

5. Escasa flexibilidad muscular. La presencia de tensión muscular, se han postulado en algunos estudios, como un factor intrínseco de riesgo para el desarrollo de lesiones musculares en jugadores de fútbol, así se ha objetivado que la existencia de escasa

flexibilidad de cuádriceps o isquiotibiales, parece que tiene relación con la aparición de lesiones en estos grupos musculares, no ocurriendo lo mismo con los aductores (*Witvrouw, Danneels, Asselman, D'Have & Cambier, 2003*).

En este sentido también se manifiestan otros autores cuando en jugadores profesionales de fútbol, observan que aquellos con bajo rango de movilidad de flexores de cadera o flexores de rodilla previamente, tienen más posibilidades de padecer lesiones de estos grupos musculares durante la competición (*Bradley & Portas, 2007*)

6. Otros factores a considerar, muy importantes en el ballet, serían aquellos derivados de las condiciones ambientales, los derivados de un material inadecuado, de una mala técnica de entrenamiento en ensayos o ejecución, defectos nutricionales, o la falta de descanso en giras y viajes prolongados.

Consideraciones generales del diagnóstico de las lesiones musculares.

En el ámbito deportivo resulta esencial el tratamiento adecuado y precoz de estas lesiones, siendo imprescindible para ello alcanzar un diagnóstico preciso (*Jackson & Feagin, 1973; Järvinen, Järvinen, Kääriäinen, Kalimo & Järvinen, 2005*). Para ello, va a ser importante conocer inicialmente algunos aspectos de la anamnesis, que van a ponernos sobre la pista de la gravedad y tipo de lesión a la que nos enfrentamos. Éstos van a ser:

- Circunstancias del accidente.
- Momento de aparición del dolor.
- Evolución inmediata del proceso.

Con respecto a las circunstancias del accidente, el antecedente de una contusión puede indicarnos en principio mayor levedad del cuadro clínico que si se ha producido un dolor súbito durante un gesto deportivo.

Así, si ese dolor súbito se acompaña además de sensación subjetiva de chasquido, a veces incluso audible por otros deportistas, o incluso de caída por inestabilidad tras estupor muscular, el cuadro clínico va a ser más grave que si el dolor o las molestias aparecen 3 días más tarde y no interfieren la actividad.

Por tanto, un criterio a considerar de levedad va a ser la posibilidad de continuar el esfuerzo. Las lesiones más graves, van a caracterizarse por la imposibilidad de continuar la actividad deportiva o incluso la incapacidad para la carga de la extremidad.

El deportista afectado de una lesión leve, podrá seguir en su esfuerzo en su esfuerzo deportivo, bien porque las molestias son mínimas, bien porque ceden espontáneamente, o gracias a un tratamiento local oportuno y adecuado, no ocurriendo así en los menos graves o graves (*Guillén, Fernández, Guillén & Fernández, 2004; Järvinen et al, 2005; Järvinen, Järvinen & Kääriäinen, 2007*).

A la exploración clínica, y durante la inspección, se deberá valorar la posible presencia de tumefacción o edema, así como un posible equímo o incluso la presencia de una tumoración visible junto a un “hachazo”. La palpación será imprescindible para el diagnóstico, como también lo será la exploración funcional y la respuesta a la movilidad del miembro afecto, que como veremos caracteriza la clasificación de estas lesiones.

Las exploraciones complementarias van a confirmar el alcance de la lesión, destacando la ecografía (ECO) como método diagnóstico y de seguimiento, aunque no obstante es la resonancia nuclear magnética (RMN) la más precisa.

En la práctica deportiva lo habitual es clasificar las lesiones en función de 2 parámetros, el mecanismo lesional y su anatomía patológica, importante para establecer la gradación de la gravedad.

Desde el punto de vista etiológico, cabe distinguir un primer apartado de lesiones producidas por un mecanismo extrínseco o choque directo, donde se incluyen las contusiones musculares. El segundo apartado lo integran, aquellas lesiones secundarias a un traumatismo intramuscular, como consecuencia de movimientos violentos y contracciones exageradas, que originan una súbita tensión de los grupos musculares y por lo tanto de sus fibras, y que en muchas ocasiones pueden estar relacionadas con una fatiga tisular.

1.5.4 Hueso y deporte

El hueso desempeña dos tipos de funciones fundamentales, funciones mecánicas de soporte del organismo y de protección de los órganos internos, y funciones fisiológicas de control de metabolismo del calcio, fósforo y magnesio. Además el hueso puede considerarse tanto como un tejido como una estructura.

Como tejido, está constituido por células (osteoblastos y células de superficie en descanso, osteocitos y osteoclastos) y por la sustancia intracelular que se divide en sustancia orgánica (colágeno, glicoproteínas) y sustancia inorgánica (fosfato cálcico cristalizado).

Como estructura, el hueso está compuesto de hueso cortical, hueso esponjoso, periostio y endostio, vasos sanguíneos, nervios y médula ósea e inserciones musculares (*Viladot & Lorenzo, 2000*).

Propiedades biomecánicas del hueso.-

El sistema esquelético tiene como función principal, conferir al cuerpo humano una estructura que por un lado es rígida, lo que le permite mantener la forma, y por otro está articulada, facilitándole los movimientos. Asimismo sirve de punto de anclaje al sistema muscular permitiendo que este realice su función. Está sometido, por tanto, a las fuerzas estáticas del peso del cuerpo y a las dinámicas de la acción muscular y los ligamentos. También desempeñan un papel importante los impactos, las aceleraciones y desaceleraciones. Contra lo que pudiera parecer, los esfuerzos soportados por el hueso dependen menos del peso del cuerpo que de la acción muscular o de las variaciones en la aceleración que puede sufrir.

Un hueso puede ser sometido a diferentes *fuerzas*, y durante la actividad diaria puede estar sometido a todas ellas de forma simultánea. Éstas fuerzas son (*Viladot & Lorenzo, 2000*)

- *Fuerzas de compresión*: Ejemplo fracturas vertebrales
- *Fuerzas de tracción*: Ejemplo la fractura por arrancamiento de la base del quinto metatarsiano por tracción del tendón del peroneo lateral corto.
- *Fuerzas de cizallamiento*: Ejemplo es la fractura intercondílea de fémur
- *Fuerzas de flexión*: Ejemplo las fracturas de antebrazo al caer sobre la mano en el suelo
- *Fuerzas de torsión*: Ejemplo la fractura espiroidea de tibia esquiando al caer rotando con pie fijo anclado al esquí.

Para poder ejercer su función de conferir estructura al organismo, el hueso tiene tres propiedades mecánicas fundamentales que son la resistencia, la rigidez y la elasticidad.

Los factores que más van a influir en las propiedades mecánicas del hueso, van a ser:

- Tamaño y forma del hueso
- Composición del hueso
- Actividad muscular

Así el *tamaño y la forma*, van a incidir fundamentalmente en la resistencia. La resistencia, tanto a la compresión como a la tracción, va a estar influida por el tamaño, siendo mayor ésta cuanto mayor sea el hueso. La forma y la longitud, también serán importantes, para determinar la resistencia a la torsión y a la flexión, de tal forma que cuanto mayor cantidad de hueso haya alrededor del eje neutro del hueso mayor resistencia tendrá, mientras que a mayor longitud, como en los huesos largos, existirá un mayor momento flexor y mayor tendencia a la fractura. Con respecto a la tracción, cuanto mayor sea el hueso, y cuanto más alejada del hueso esté situada la masa ósea, mayor resistencia tendrá, de ahí que la tibia se fracture en torsión por la zona de menor diámetro que es la distal.

Se conocen diferentes situaciones fisiológicas o patológicas que van a incidir en la *composición del hueso*. La obesidad, la menopausia, la enfermedad de Paget, la osteoporosis o el hiperparatiroidismo, son factores que pueden modificarla, pero sin duda es el envejecimiento la situación más frecuente. En éste, se produce una pérdida de masa ósea tanto cortical como esponjosa, aunque parece que es ésta última la más afectada (*Viladot & Lorenzo, 2000*).

En lo que respecta al papel de los *músculos*, estos tienen una función protectora del hueso. Algunos autores han destacado el papel de los músculos para absorber la energía generada con los impactos del cuerpo al contactar con el suelo (*Markey, 1987*). La contracción muscular tiene como función regularizar las cargas que se transmiten al hueso, neutralizando las fuerzas de tracción y haciendo trabajar el hueso a compresión, de tal forma que cuando falla la contracción muscular, como ocurre en el caso de la fatiga, se favorecen las lesiones óseas (*Jones, Priest & Mayes, 1977*), entre otros factores por disminuir la capacidad para ejercer contracciones musculares excéntricas, que como algunos han demostrado en animales, tienen capacidad para disipar energía (*Robert, Marsh & Wryand, 1997*).

Fatiga ósea.-

Además de las fracturas que pueden provocarse en función de las diferentes fuerzas que actúan sobre el hueso, éste además puede fracturarse si la carga aplicada sobre él excede su resistencia, o es expuesto a una carga inferior pero de forma repetitiva, de tal forma que a medida que aumentamos el número de repeticiones de carga con determinada frecuencia, disminuye la magnitud necesaria de ésta para producir la fractura. Este tipo de fracturas se denomina “Fracturas de estrés o por fatiga”

En ensayos in vitro se ha comprobado que el hueso se fatiga rápidamente cuando la carga aplicada se acerca al punto de rotura. Esto explica por qué las fracturas por fatiga tienen una alta incidencia en deportistas, ya que éstos solicitan mecánicamente el aparato locomotor de forma muy superior al resto de la población.

Por otra parte conviene recordar que el hueso humano es una estructura viva que está constantemente sometida a un proceso de formación-resorción, por lo que otro factor a

considerar en estas fracturas por fatiga es la falta de recuperación del hueso cuando la frecuencia de repeticiones de carga es elevada (*Viladot & Lorenzo, 2000*)

Estas fracturas de estrés y todos los factores relacionados con su aparición, son objeto de un estudio pormenorizado que se describe en el epígrafe correspondiente a la descripción de las lesiones acumulativas por microtraumatismos de repetición más relevantes en el ballet.

1.6.-Etiopatogenia general de las lesiones acumulativas en el ballet y deporte

Al contemplar la etiopatogenia de las lesiones del ballet, habrá que considerar sobre todo el conocimiento de la biomecánica articular y de las diferentes estructuras del aparato locomotor que puedan estar implicadas, además de las demandas de la técnica y la presencia de unos factores de riesgo intrínsecos y extrínsecos que serán predisponentes y desencadenantes de la aparición de lesiones en esta disciplina atlética.

Así y aunque muchos de los factores etiopatogénicos de riesgo serán similares a otros deportes y actividades atléticas, en el ballet vamos a ver como existen diferencias, en ocasiones suficientemente significativas, y que forman parte de lo que nosotros denominamos especificidad de lesiones en el ballet.

No obstante lo anterior, la etiopatogenia general de estas lesiones acumulativas en el ballet y deporte, está íntimamente relacionada con la exposición prolongada o por encima de los límites fisiológicos de adaptación, a una serie de factores que bajo el nombre de *microtraumatismos de repetición* englobaría:

- Fuerza.
- Repetitividad.
- Posturas forzadas.
- Sobrecarga postural estática mantenida
- Tiempo de recuperación insuficiente

Debiendo indicar que el riesgo de afectación parece mayor si se implican 2 o más de estos factores, se consideran en general los 2 primeros como los más importantes (*Melhorn, 1998; Sobrino, Sanz, Garde, García-Tena, Timmermans & Guillen, 1999*), si bien el tiempo de recuperación también resultará clave.

Atendiendo a estos factores de riesgo generales implicados en el origen de estos trastornos, podríamos indicar que para cada tipo de movimiento, según la intensidad de la fuerza ejercida, se requiere un tiempo de recuperación que determina la fuerza con que se puede realizar dicho movimiento.

Si esta fuerza se incrementa y/o se le añade: una postura inadecuada, una repetitividad de las acciones, o una disminución del tiempo de recuperación entre ellas; se puede llegar a producir una disminución del aporte de oxígeno necesario para la recuperación de la energía de los diferentes tejidos y una acumulación de los productos de desecho, provocándose en primera instancia la fatiga de los diferentes tejidos implicados (*Grandjean, 1985; Sobrino y cols, 1999*). No obstante, las estructuras orgánicas sometidas a estos factores, reaccionarán adaptando sus sistemas enzimáticos, celulares y vasculares de manera diferente para cada

una de ellas y de unos individuos a otros, aunque parece que cuando se origina un fenómeno de agresión, este suele seguir los mecanismos de la inflamación (*Ramiro y cols, 1996*), pudiéndose producir diferentes patologías según el tejido afectado:

- Músculos (contracturas, roturas fibrilares...)
- Tendones (tendinosis, tendinitis, tenosinovitis, entesopatías...)
- Ligamentos, Bursas (bursitis...)
- Nervios (compresiones....)
- Hueso (periostitis, fracturas de estrés...)

Además de estos factores generales, en la aparición de estas lesiones habrá que considerar otros *factores de riesgo denominados intrínsecos*, propios de cada bailarín y deportista y que serán predisponentes para su aparición, y otros desencadenantes que serían los denominados *factores extrínsecos*. Así (*Catonne, 1990; Rodineau & Saillant, 1992; Kannus, 1997*):

Factores intrínsecos

- *Edad*: Condicionan en muchos casos la entidad clínica y la localización, junto a la actividad atlética que se realice. Ejemplos son las alteraciones degenerativas de los veteranos o las osteocondrosis del adolescente. En estos últimos, es más frecuente la afectación de la inserción ósea que la del propio tendón, siendo la patología más frecuente la enfermedad de Osgood-Schlatter (10-16% lesiones por microtraumatismos de repetición en estas edades).
- *Sexo*: Es conocida la relación de determinadas lesiones con determinadas modificaciones hormonales que acontecen más frecuentemente en mujeres.
- *Enfermedades degenerativas, vasculares o metabólicas previas*.
- *Deformidades previas*.
- *Antecedentes de traumatismos o cirugías previas* que pueda provocar alteraciones funcionales.
- *Variaciones anatómicas*
- *Desalineación de las extremidades*, hecho particularmente importante en los miembros inferiores, puesto que estas estructuras soportan el peso corporal y son muy exigidas en la práctica deportiva.
- *Insuficiencias, retracciones o desequilibrios musculares*.
- *Debilidades estructurales de la anatomía humana*
- *Factores psicosociales de predisposición*
- *Estoicismo del sujeto*: Es éste el caso, muy frecuente además, del individuo que decide ignorar el dolor, que es el primer signo de alarma del organismo. Esto va a agravarse por la mayor concentración de endorfinas relacionada con la práctica habitual de ejercicio físico, y que favorecerá que disminuya la percepción del dolor. Todo ello parece particularmente importante en mujeres, quienes toleran cargas altas de trabajo por tiempos prolongados.

Factores intrínsecos relacionados con el ballet:

Los factores intrínsecos anteriormente descritos son muy generales y no van a existir diferencias entre los diferentes deportes o actividades atléticas.

No obstante y considerando lo anterior, un aspecto esencial que debemos tener siempre presente, está relacionado con el estudio de aquellos *factores de riesgo anatómicos y/o*

funcionales que en caso de presentarse favorecerán determinadas lesiones en las diferentes regiones anatómicas, y para lo que será imprescindible el conocimiento exhaustivo de la biomecánica articular y de las diferentes estructuras implicadas. Estos factores, aunque inicialmente comunes para muchos deportes, habrá que estudiarlos específicamente junto a las características y las demandas de la técnica de cada disciplina atlética, dando lugar a una especificidad lesional. Así en el *ballet* destacaríamos:

- *Factores anatómicos y/o funcionales:*
 - Hiperlaxitud/escasa flexibilidad articular.
 - Dismetría de MMII.
 - Desequilibrios musculares.
 - Distrofia epifisaria vertebral del crecimiento.
 - Espina bífida oculta.
 - Vértebra de transición lumbo-sacra
 - Anteversión de la pelvis.
 - Rigidez del músculo ilio-psoas
 - Anteversión femoral.
 - Isquiotibiales cortos
 - Disfunción de la rotación externa máxima de cadera.
 - Desequilibrio anatomo-funcional de vastos, sobre todo del vasto medial oblicuo.
 - Displasia troclear o patelar.
 - Patelas tipo Wiberg II-III
 - Coxa vara/valga
 - Genu varo/valgo.
 - Genu recurvatum
 - Patela alta o baja.
 - Síndrome de hiperpresión patelar.
 - Anomalía de torsión femoral/tibial.
 - Aumento del ángulo Q.
 - Pie valgo/varo
 - Pies cavos/planos
 - Insuficiencia o sobrecarga del primer radio.
 - Aquiles cortos.
 - Presencia de un tubérculo posterior largo u os-trigonum.
 - Alteraciones morfológicas y/o funcionales de las correderas, retináculos o vainas tendinosas del tobillo-pie.

Factores extrínsecos:

- *Asociadas al entrenamiento o a la actividad deportiva (en el caso del Ballet, ensayo o representación) :*

El 60-70% de las lesiones acumulativas por microtraumatismos de repetición en el deporte se deben a errores en el entrenamiento. Entre los factores asociados se encuentran:

 - Mala enseñanza o aplicación de la técnica deportiva.
 - Gesto deportivo defectuoso.
 - Coordinación inadecuada
 - Errores del programa de entrenamiento en el volumen, la intensidad y duración.

- Inadaptación del programa de entrenamientos a las características biológicas y preparación física de los deportistas.
- Incorporación de nuevas técnicas de entrenamiento.
- Ausencia de calentamiento previo.
- Ausencia o mala técnica e indicación de estiramientos.
- Tensión sostenida sobre un mismo músculo, produciendo contracciones prolongadas que aumentan la presión intramuscular y tendinosa, dificultando el flujo sanguíneo y desviando el metabolismo energético hacia la vía anaeróbica.
- Contracciones musculares máximas.
- Acortamiento del periodo de recuperación entre las repeticiones, las series y las sesiones.
- *Factores climáticos extremos.*
- *Superficies de práctica deportiva inadecuadas*, como el suelo duro o irregularidades o inclinaciones del terreno.
- *Ropa deportiva inadecuada*, apretada o material sintético que produce una deshidratación importante y precoz. Aquí también incluiríamos las deficiencias del calzado, o su ausencia, como ocurre en algunas modalidades de ballet., o incluso la utilización de las “puntas”
- *Equipo o material deportivo inadecuado* en cuanto a su composición, absorción y transmisión de energía, tamaño, mantenimiento y en algún deporte equipos de protección.
- *Doping*: Representado por los esteroides anabolizantes derivados de la testosterona ocasionalmente utilizados por deportistas para aumentar su volumen muscular. Estos tienen efecto androgenizante, responsable del desarrollo de las características masculinas y de otro lado un efecto anabolizante mediante el cual hay un aumento de la masa muscular.

La utilización de estas sustancias implica un grave riesgo para el organismo en general y también para algunas estructuras como el tendón, puesto que el aumento de la masa muscular no es proporcional a los cambios que se suceden en este tejido, siendo esta desproporción factor de predisposición a la lesión.

No obstante, el uso del doping en el Ballet podríamos decir que no existe, al menos en cuanto a las sustancias anteriormente descritas, ya que ese efecto androgenizante no es deseado entre estos profesionales.

Factores extrínsecos relacionados con el ballet.-

En el ballet, estos factores han sido objeto de profundas revisiones en la literatura (*Solomon et al, 1999; Bronner et al, 2003; Kadel, 2006; Hincapie et al, 2008*), siendo desencadenantes en muchos casos de la aparición de diferentes lesiones. Así tendríamos:

- *Características del suelo, temperatura y humedad:*

El suelo duro es el principal factor ambiental relacionado con el ballet. Así, hay estudios además de los nuestros, que justifican las lesiones en los bailarines por impactos repetitivos sobre una superficie dura e inflexible (*Hamilton et al, 1992; Hardaker et al, 1986; Milan, 1994*). Mientras que los *atletas utilizan dispositivos de absorción y nivelación en sus zapatillas*, los *bailarines utilizan zapatillas sin estos dispositivos o incluso bailan descalzos*, lo que contribuye a incrementar el potencial de lesiones sobre todo en la columna y miembros inferiores, estructuras que absorben la mayoría de las

fuerzas de impacto repetitivas en esta actividad atlética. Esto justifica la gran prevalencia de lesiones acumulativas por exposición a microtraumatismos de repetición en el ballet.

Además de la *dureza del suelo*, la irregularidad o inclinación inadecuada del mismo es también uno de los factores a tener en consideración, sobre todo en pequeñas compañías o en escenarios inadecuados, donde las bajas temperaturas pueden estar también implicadas si se permite bailar por debajo de 20-21°C.

- *Calzado inadecuado.*

En relación con el suelo, evidentemente el deterioro de las zapatillas de ballet va a ser sin duda otro de los factores que pueden justificar la presencia de lesiones, sobre todo si son las zapatillas de punta las que se encuentran en mal estado.

Por otra parte, ya hemos visto la importancia potencial que tiene la ausencia de calzado, como ocurre en algunas disciplinas de ballet tales como el contemporáneo o moderno, en la aparición de lesiones acumulativas.

- *Proceso de trabajo.*

Analizando la presencia de lesiones en las diferentes fases del proceso de trabajo del ballet, es importante destacar lo aportado por algunos autores que indican que si bien las lesiones traumáticas agudas suelen ser más frecuentes en las *representaciones*, el incremento de la necesidad de los *ensayos y clases* diarias está asociado a un mayor riesgo de lesiones acumulativas, sobre todo coincidiendo con los *cambios de coreografía* (Bronneret et al, 2003; Kadel, 2006),

De esta forma se comprueba, como es en los *ensayos* en íntima relación con los *cambios de coreografía* donde se produce un mayor número de lesiones. Ambos factores en relación con la exposición a microtraumatismos de repetición, ya que es precisamente en esos procesos de trabajo donde más se *repiten gestos y ejercicios*, favoreciendo la aparición de lesiones, sobre todo si no se cuida la preparación física y la relación adecuada entre el entrenamiento de fuerza y flexibilidad, y/o el tiempo de recuperación es insuficiente (Sobrino & Guillén, 1996).

- *Periodo de la temporada.*

En el ballet el trabajo se caracteriza por ciclos de trabajo exigente y reposo +/- absoluto durante todo el año, siendo este otro factor implicado en la aparición de lesiones, e íntimamente relacionado con la presión psicosocial, siendo todo ello más importante en compañías privadas de menor estructura.

Con estas consideraciones, se describe que las lesiones son más frecuentes en los periodos inmediatamente posteriores a periodos de relativa inactividad (Solomon et al, 1999), sugiriendo que el problema radica en la transición de la inactividad a la máxima actividad (Bronner et al, 2003) aspecto que en general fue también apuntado por nosotros en estudios previos (Sobrino & Guillén, 1996).

- *Peculiaridades de la técnica.*

Ya hemos visto como la *enseñanza, aprendizaje y/o aplicación incorrecta de la técnica deportiva*, en este caso del ballet, va a ser como sin duda un factor esencial en la aparición de lesiones en el deporte, provocando alteraciones en la biomecánica de los

gestos técnicos y dando lugar junto a los factores intrínsecos de predisposición, a la presencia de cambios que originaran la patomecánica de esta actividad, siendo imprescindible intentar corregir, cuando existe, el defecto técnico, para que el tratamiento que se instaure a cualquier lesión sea realmente útil, llegándose a afirmar por algunos autores (*Howse, 2002c*), que *las lesiones de la danza proceden en gran medida de errores en la técnica*.

En cualquier caso, y además de la patología relacionada con descompensaciones biomecánicas o patomecánica de algunos gestos técnicos como el *en-dehors*, en el ballet hay algunos estudios publicados (*Sobrino & Guillén, 1996*), que indican como es el *proceso del salto*, entendiéndose como tal la acción de elevarse, los giros o movimientos asociados en el vuelo y la recepción, el *ejercicio más frecuentemente implicado en la aparición de diferentes lesiones en hombres y mujeres*, tanto en clásico como en contemporáneo. En relación con las *mujeres*, mientras que en clásico destacaba también la utilización de las *puntas*, en *contemporáneo*, lo eran el *relevé* y la *media punta*, y en *hombres* los *porteés*, que en contemporáneo en algunas ocasiones se realizan fuera de eje.

1.7.-Clínica general de las lesiones acumulativas. Medidas generales de diagnóstico y tratamiento.

El conocimiento de la etiopatogenia de la patología acumulativa por microtraumatismos de repetición, es, por tanto, fundamental para poder acometer las medidas preventivas necesarias para intentar limitarla en lo posible. No obstante para ello, o para realizar un diagnóstico precoz de estas lesiones, conviene conocer que si bien cada una de ellas tendrá unos hallazgos clínicos específicos, todos estos procesos se caracterizarán por la presencia de una sintomatología común. (*Blazina, Kernan & Jobe, 1973; Bahr, 2005*)

Por otra parte, y con respecto a las pautas sobre pruebas diagnósticas y tratamiento relacionadas con los diferentes estadios clínicos que a continuación se indican, estas son generales y orientativas, ya que cada entidad lesional requerirá unas individuales.

Así podríamos describir:

- **Primer estadio:**

Dolor y cansancio durante la actividad y no en reposo.

No disminuye el rendimiento y con tratamiento adecuado es reversible.

Es conveniente la valoración médica, y también la realización en ocasiones de *pruebas diagnósticas* complementarias, pudiendo ser suficiente con una ecografía en caso de lesiones músculo-tendinosas.

El tratamiento, debería incluir técnicas de masoterapia, relajación muscular y/o hidroterapia, potenciar el trabajo propioceptivo y de coordinación neuromuscular, adecuado equilibrio entre el entrenamiento de fuerza y flexibilidad, realización de ejercicios de estiramiento y flexibilización al finalizar la actividad, *incrementar los tiempos de recuperación y acortar el tiempo de exposición o de práctica deportiva hasta la curación.*

- **Segundo estadio:**

La sintomatología ya aparece al principio de la actividad y persiste durante el descanso nocturno, aunque no durante el desarrollo de la misma.

La valoración médica es necesaria y también la realización de *pruebas complementarias* en función de las características de la lesión a descartar:

- *lesiones músculo-tendinosas* con pauta similar al estadio 1, si bien puede ser necesaria la realización de una Resonancia Nuclear Magnética (RMN).
- *lesiones óseas u osteo-articulares*, puede ser suficiente con un estudio radiológico seriado, y en caso de dudas Gammagrafía y/o Tomografía Axial Computarizada (TAC).
- RMN en caso de afectación articular y exploración patológica.

El tratamiento, además de algunas medidas descritas para el estadio 1, ya debe incluir *reposo deportivo*, antiinflamatorios no esteroideos (aínes) y/o analgésicos, y seguimiento y evolución médica suficiente. En relación con el uso de aínes, estos no deben utilizarse en los primeros días después de una lesión muscular, no existiendo datos científicos que indiquen un mayor beneficio que los analgésicos en lesiones tendinosas. El tratamiento rehabilitador puede ser recomendable, y el reinicio de la actividad debe ser progresivo, indoloro, y una vez recuperada la movilidad completa para evitar síndromes por sobreuso. Asimismo, debe recuperarse progresivamente la propiocepción, coordinación y carga de trabajo.

- **Tercer estadio:**

Persistencia de síntomas incluso en descanso, con incapacidad para el desarrollo de actividades ligeras y no repetitivas.

Es necesaria una atención médica especializada, y las *pruebas complementarias* dependerán de cada localización según la pauta descrita anteriormente.

En cuanto al *tratamiento*, son aplicables las medidas del estadio 2, si bien el reposo deportivo será superior en tiempo, y el reinicio de la actividad deportiva deberá contar con un seguimiento médico especializado.

Será muy importante intentar evitar recaídas, por lo que debe asegurarse la recuperación completa antes del Alta médica competitiva.

1.8.- Prevención de lesiones en el Ballet

Como se desprende de lo aportado por diferentes autores en la literatura científica relacionada con las lesiones acumulativas por microtraumatismos de repetición, existe coincidencia a la hora de plantear la *prevención como la mejor forma de tratamiento y también la más eficaz para estos trastornos*.

Así, y aunque las lesiones no pueden evitarse del todo, pues la propia actividad deportiva lleva implícito el riesgo de que se produzcan (*Casas, 2008*), si se puede reducir el riesgo o que la evolución y el tiempo de reincorporación sea más favorable, estando admitida con carácter general, una propuesta de prevención de lesiones deportivas (*Van Mechelen et al, 1992*), basada en una secuencia de cuatro pasos que incluiría: conocer la amplitud del problema, identificar los factores y mecanismos lesionales, incorporar medidas de prevención y evaluar su eficacia.

Con estas consideraciones, se plantea a continuación un Protocolo general de Prevención para las lesiones en el ballet, así como unas medidas específicas de actuación preventiva en esta actividad atlética, refrendando la necesidad de realizar estudios de investigación que valoren de forma adecuada y con una metodología científica suficiente, la eficacia de las medidas preventivas en el ballet.

1.8.1 Protocolo de Prevención

Metodología de actuación.-

En relación con lo ya abordado, el modelo de prevención que aquí se presenta, se basa en el conocimiento de la epidemiología, etiopatogenia, patomecánica, fisiopatología tisular y estado actual del tratamiento de las lesiones más relevantes.

Así y defendiendo el abordaje multidisciplinar de estas lesiones, entendemos que la prevención debe realizarse con una buena formación de los profesionales relacionados con el bailarín, incluyendo al servicio médico, fisioterapeutas, masajistas y también a profesores, preparadores y equipo técnico.

De esta forma, se dirigiría su actuación a dos niveles que debería estar al alcance de cualquier bailarín aficionado o profesional, independientemente de la estructura de la Academia o Compañía a la que pertenezca:

- 1.8.1.1 Fase de Prevención: Antes de la aparición de la sintomatología.
- 1.8.1.2 Fase clínica: Actuación cuando esta se manifiesta

1.8.1.1.-Fase de Prevención:

Uno de los objetivos que debemos marcarnos es sin duda actuar en prevención, más útil, rentable y con mejores resultados a medio plazo. Para ello, resultará fundamental disminuir los factores de riesgo, siendo importante que las instalaciones y los equipamientos se adapten adecuadamente a las necesidades y a cada disciplina.

En esta fase de prevención, debería establecerse la coordinación de los diferentes profesionales implicados, que podría recaer o ser realizada por los médicos especialistas, que además podrían actuar asesorando y formando también al resto de los profesionales. En este sentido, cabe destacar lo aportado por algunos autores en la literatura científica de referencia, sobre los beneficios sanitarios y el ahorro de costes económicos generado por una asistencia médica especializada de confianza, que entre otras acciones haga tomar conciencia a todas las partes implicadas de los beneficios de estas actuaciones (*Solomon et al, 1999; Bronner et al, 2003*)

Esta actuación en fase de prevención, sobre la que existen diferentes estudios contrastados en ballet (*Esparza, Calvo, Esparza & Montaña, 2000; Esparza y cols, 2004*), tendría como objetivo principal evitar la aparición de lesiones, tanto en prevención primaria, antes de que estas aparezcan, prevención secundaria, mediante el diagnóstico y tratamiento precoz de estas lesiones cuando ya se presentan, y en prevención terciaria, mediante actuaciones que permitan intentar evitar la aparición de recidivas.

En general, y para alcanzar este objetivo deberíamos:

- Conocer la etiopatogenia y clínica general de estas lesiones acumulativas.
- Identificar los Factores de riesgo para la aparición de lesiones.
- Establecimiento de protocolos de actuación para el control de estos factores.

- Conocimiento de la biomecánica y patomecánica del ballet.
- Conocimiento de las características anatómicas y funcionales del bailarín.
- Conocimiento de las demandas de la técnica del ballet y sus diferentes disciplinas.
- Control de los materiales empleados, incluyendo los factores ambientales relacionados entre otros con las características del suelo o temperatura y también sobre el calzado.
- Incluir la cultura preventiva en la gestión y organización de las compañías
- Formación y asesoramiento de profesores, preparadores físicos y el resto de los profesionales relacionados con los bailarines, incluyendo otros profesionales sanitarios.
- Formación de los bailarines profesionales y aficionados en la prevención del riesgo músculo-esquelético
- Metodología adecuada del proceso del calentamiento
- Trabajo de flexibilidad
- Trabajo de fuerza
- Trabajo postural y de equilibrio muscular
- Trabajo excéntrico, demostrada su eficacia en la prevención de lesiones musculares y en la prevención y tratamiento de lesiones tendinosas y refuerzo articular
- Trabajo propioceptivo

Esta actuación multidisciplinar para la formación e información sobre la prevención del riesgo músculo-esquelético en bailarines profesionales y aficionados, con la participación de médicos especialistas en Traumatología y Medicina del Deporte con experiencia en Medicina de la Danza, y que puede incluir a profesionales como fisioterapeutas, psicólogos, profesores o preparadores Físicos entre otros, podría ser definida como Escuela de Ballet para la Prevención de lesiones, y para lo que entendemos sería imprescindible el papel de estos Médicos especialistas, al menos, en el asesoramiento y formación del resto de profesionales.

1.8.1.2.-Fase Clínica:

Una vez que los síntomas aparecen, el objetivo fundamental será el *diagnóstico precoz* de estas lesiones acumulativas para intentar que su *tratamiento* se realice en *estadios iniciales*.

En esta fase el papel de los médicos especialistas resultará fundamental, tanto en la formación y asesoramiento del resto de profesionales, como en el diagnóstico y tratamiento de las mismas, siendo importante que la relación entre los médicos, fisioterapeutas y el resto de los profesionales implicados, sea estrecha durante el tratamiento.

Una vez remitida la sintomatología, resultará fundamental el seguimiento médico especializado hasta el Alta médica, siendo importante la relación directa con los profesores y preparadores físicos, si es que existen, hasta entonces.

Considerando la importancia de evitar la tendencia a la cronicidad de estas lesiones y evitar recidivas, entendemos imprescindible que antes de comenzar la carga de trabajo deportiva:

- Se recupere la movilidad completa de la articulación o zona dañada para evitar síndromes por sobreuso.
- Se recupere progresivamente la coordinación, la propiocepción y la carga de trabajo, siendo recomendable el trabajo en agua en fases iniciales.

Una vez iniciada la actividad, y para los mismos objetivos que las 2 premisas anteriores, se aconseja el siguiente algoritmo o protocolo general de actuación:

- REPOSO-Calentamiento-Estiramiento-Adaptación progresiva a la carga máxima de trabajo-Carga máxima-Reducción progresiva de la carga máxima-Estiramientos-Hielo (cuidando estructuras tendinosas)-REPOSO.

1.8.2.- Medidas generales y específicas de Prevención en el ballet

Con las anteriores consideraciones se establecen las siguientes *medidas de prevención de lesiones en el Ballet* (Calvo, 1987; Kahn, 1995; Garrick & Lewis, 2001; Gonbing, 2005; Chicahnowski, 2007; Lozano & Vargas, 2010; Deleget, 2010; Walls, Brennan & Hodnett, 2010):

Medidas generales:

- Control sobre los factores predisponentes y desencadenantes de lesión:
 - Variaciones anatómicas.
 - Mala enseñanza de la técnica.
 - Deficiencias en la metodología de los ensayos y en el control de la relación del entrenamiento de fuerza y flexibilidad.
 - Deficiencias en el calentamiento y estiramiento, aplicando los principios de calentamiento, estiramiento y flexibilidad ya desde la escuela de Ballet.
 - Insuficiente control de la Fatiga y estoicismo del bailarín ante la presencia de los primeros síntomas de lesión.
 - Evitar la tendencia a la cronicidad de las lesiones, limitando la actividad y reposando un tiempo con ejercicios ajenos al ballet y que no sobrecarguen las estructuras dañadas.
 - Reducir en la medida de lo posible la frecuencia y duración de los movimientos repetitivos, sobre todo durante los ensayos relacionados con cambios de coreografía.
 - Descanso adecuado para recuperarse de los microtraumatismos inducidos por el entrenamiento
 - Valorar la actuación sobre el calzado, intentando adecuar los nuevos adelantos que existen al respecto con la tradición que marca el Ballet, y sobre los factores ambientales y la dureza del suelo en algunas superficies.
 - Adecuada preparación física y dieta equilibrada para reducir la prevalencia e incidencia de lesiones.
 - Minimizar el estrés psicológico

Medidas específicas:

- Desmitificar el límite clásico de la edad de 12 años como el momento para comenzar a ponerse las “*puntas*”. El comienzo de la utilización de *las puntas*, deberá ser cuando el desarrollo muscular y la estabilidad articular permita su utilización sin riesgos.
- Ejercicios de estiramiento y flexibilización para mejorar el “*en-dehors*”, evitando mecanismos descompensadores para incrementar la rotación externa de los miembros inferiores durante su ejecución

- En relación con lo anterior, debe procurarse además, un adecuado equilibrio entre los habituales ejercicios de abducción - rotación externa, y los relacionados con la aducción - rotación interna, como base para intentar evitar el dolor en cara anterior de cadera y cara lateral de rodilla (*Reid et al, 1987*).
- Asimismo, es importante que la técnica se ajuste a las características fisiológicas del bailarín, debiendo estos conocer sus límites. En este sentido, hay autores (*Lozano & Vargas, 2010*), que indican entre otras medidas de control de un adecuado en dehors, que durante la ejecución de este gesto no se pierda la alineación de la rótula con el 2º metatarsiano.
- Evitar, sobre todo en edades precoces, el cambio frecuente del calzado y/o una excesiva altura en el tacón en aquellas disciplinas de ballet, como el español, que así lo requieren (*Lozano & Vargas, 2010*).
- Considerando la recomendación de algunos autores (*Cichanowski, Schmitt & Johnson, 2007*), sobre el potencial beneficio de la potenciación muscular en la prevención del síndrome fémoro-patelar en el ballet, nosotros recomendamos también esta pauta, incluyendo la necesidad de que esta se realice a través del adecuado balance de agonistas y antagonistas, e incluya como una de las medidas fundamentales, la realización de ejercicios excéntricos.
- Incorporación de ejercicios excéntricos y ejercicios de estiramiento de la fascia plantar a los programas de entrenamiento (*Walls et al, 2010*)
- En este sentido, resulta imprescindible una adecuada metodología del proceso de calentamiento, incluyendo el estiramiento progresivo en este contexto, y con arreglo al esquema anteriormente descrito, para intentar evitar determinadas lesiones como las que se producen en los isquiotibiales en el tercio proximal de la cara posterior del muslo como consecuencia de estiramientos con la cadera flexionada y la rodilla extendida (*Deleget, 2010*) tan habituales en el ballet.

2. HIPÓTESIS DE TRABAJO

Las lesiones acumulativas por exposición a microtraumatismos de repetición, son las más frecuentes en la práctica profesional de actividades atléticas como el Ballet, que requieren una técnica precisa y numerosas repeticiones de diferentes movimientos y gestos técnicos específicos para adquirir destreza suficiente en su ejecución, existiendo diferencias específicas, sobre todo en función de la disciplina, sexo, edad y/o experiencia profesional.

Con estas consideraciones, y con el objetivo de prevenirlas, y de esta forma evitar o al menos limitar en lo posible su aparición, resultará imprescindible conocer en el Ballet, la identidad y prevalencia de las lesiones acumulativas que se producen como consecuencia de la práctica de esta actividad y de las disciplinas más relevantes que la integran en España, y sus diferencias en función de la disciplina, sexo, edad y/o antigüedad profesional

3. OBJETIVOS

3.1.-General

Conocer la prevalencia de lesiones acumulativas por microtraumatismos de en el ballet.

3.2.-Específicos

Conocer:

3.2.1.- Prevalencia global y diferenciada por disciplinas y sexos de estas lesiones, tanto por entidad clínica como por localización anatómica y tejido lesionado.

3.2.2.- Prevalencia de estas lesiones en función de la edad y/o antigüedad profesional.

4. MATERIAL Y MÉTODO

4.1.- Tipo y periodo de estudio, población y emplazamiento

Estudio descriptivo transversal, realizado entre el **1 de enero de 2005** y el **1 de octubre de 2010**, sobre las lesiones presentadas por bailarines profesionales de diferentes compañías españolas que practicaban las disciplinas más importantes que se desarrollan en España: *Clásico, Neoclásico, Contemporáneo y Español*; siendo estas las que se describen a continuación:

- Ballet Nacional de España
- Compañía Nacional de Danza
- Ballet de Víctor Ullate
- Compañía Arte 369
- Compañía Arakaladanza
- Compañía Nacional de Danza 2
- Ballet Nacional de España Taller
- Compañía de Antonio Márquez
- Teatro La Zarzuela
- Independientes

Los datos que conforman el contenido de este estudio, fueron obtenidos a través de la atención médica especializada, previo consentimiento informado, de los bailarines profesionales que demandaron nuestras actuaciones sanitarias en el periodo de tiempo descrito, *en el Servicio de Traumatología de Fremap, Mutua de Accidentes de Trabajo y Enfermedades Profesionales nº 61*, en *Madrid*, siendo incluidos en el mismo todos los bailarines profesionales atendidos.

4.2.- Fuentes de datos y recogida de la información

Los datos clínicos, se obtuvieron a partir de los hallazgos de la anamnesis, de la exploración clínica, así como de las pruebas complementarias necesarias, que fueron realizadas utilizando *los recursos técnicos e infraestructura de Fremap*, a la que las Compañías de estos bailarines, estaban asociadas. Los datos demográficos, profesionales y laborales, se obtuvieron de la información recogida en la apertura de cada historia clínica.

4.3.- Variables estudiadas

Se estudiaron dos tipos de variables, variables dependientes basadas en el estudio de la lesión (naturaleza y tipo de lesión), y variables independientes como la edad, el sexo, la antigüedad profesional y la disciplina practicada.

Estas variables se clasificaron en:

1.- Cuantitativas:

- Edad
- Edad de comienzo en la práctica del ballet
- Edad de inicio de la actividad profesional en ballet.
-

2.- Cualitativas:

- Sexo
- Compañía.
- Disciplina de ballet practicada responsable de la lesión
- Etiopatogenia de la lesión a estudiar.
- Localización.
- Tejido afectado.
- Entidad clínica.

Estas variables cualitativas fueron codificadas en la base de datos para su ulterior análisis en las categorías que se describen a continuación en las *tablas I, II, III, IV y V*:

<i>Tabla I</i>	Compañía
<i>Código</i>	<i>Categorías</i>
1	Compañía Nacional de Danza (CND)
2	Ballet Nacional de España (BNE)
3	Ballet Víctor Ullate
4	Compañía Arte 369
5	BNE taller
6	CND 2
7	Compañía de Antonio Márquez
8	Compañía Arakaladanza
9	Compañía Teatro La Zarzuela
10	Independientes

<i>Tabla II</i>	Disciplina practicada
<i>Código</i>	<i>Categorías</i>
1	Clásico
2	Contemporáneo
3	Español
4	Neoclásico

<i>Tabla III</i>	Etiopatogenia. Naturaleza de la lesión
<i>Código</i>	<i>Categorías</i>
1	Traumáticas. Carácter agudo
2	No traumáticas o acumulativas
3	Infecciosa
4	Reumática

<i>Tabla IV</i>	Tejido lesionado
<i>Código</i>	<i>Categorías</i>
1	Tendón
2	Músculo
3	Articulación (*)
4	Hueso

(*) Incluye las lesiones que afecten a las estructuras capsulo-ligamentosas, las bursas anexas a las articulaciones y el cartílago articular.

<i>Tabla V</i>	Localización
<i>Código</i>	<i>Categorías</i>
1	Columna
2	Hombro
3	Miembros superiores (MMSS), no hombro
4	Pelvis , no cadera
5	Cadera
6	Muslo
7	Rodilla
8	Pierna
9	Tobillo
10	Pie

Un apartado esencial con respecto a la codificación de las variables cualitativas, hace referencia al diagnóstico clínico de las lesiones objetivadas durante el periodo de estudio. Así, y aunque inicialmente se utilizó para su registro el Sistema de Codificación Internacional de Enfermedades CIE 9 modificado (CIE 9 MC), las características de este Sistema de codificación y la ausencia de diagnósticos específicos que se describe en la literatura de referencia, hicieron necesaria la especificación de los mismos, adaptando esta clasificación a un sistema de codificación específico que permitiese aportar precisión de la descripción de las entidades clínicas halladas. De esta forma, se estableció la siguiente codificación para las categorías diagnósticas que se describen (*tabla VI*):

<i>Tabla VI</i>	Entidad clínica	
<i>Código</i>	<i>Categorías</i>	<i>(CIE 9 MC)*</i>
	CRANEO y TRONCO	
1	Traumatismos - contusiones cráneo-faciales	(920)
2	Traumatismos - contusiones tronco	(922)
3	Lesión músculos Intercostales	(728)
4	Cervicalgia mecánica	(723.1)
5	Contractura muscular cervical	(723.5)
6	Discopatía Cervical	(722.91)
7	Dorsalgia mecánica	(724.1)
8	Contractura muscular dorsal	(724)
9	Discopatía dorsal	(722.92)
10	Lumbalgia mecánica	(724.2)
11	Contractura muscular lumbar	(724)
12	Discopatía Lumbar	(722.93)
13	Lumbalgia por Síndrome (Sd) facetario Lumbar	(724)
	Lumbalgia relacionada con Vértebra de transición /Espina	(724)
14	bífida Lumbar (**)	
15	Lumbalgia relacionada con Espondilolisis/listésis	(724)
16	Sacroileitis	(720.2)
	MIEMBROS SUPERIORES	

17	Traumatismo-contusion MMSS	(923)
18	Sd. Subacromial	(726.10)
19	Luxación de Hombro	(831)
20	Tendinopatía Manguito Rotadores Hombro	(726.1)
21	Epicondilitis lateral codo	(726.32)
	MIEMBROS INFERIORES	
22	Traumatismos - contusiones MMII no filiados	(924)
23	Coxalgia relacionada con sinovitis Cadera	(727.8)
24	Coxalgia inespecífica	(719.4)
25	Cadera resalte Anterior	(719.6)
26	Cadera resalte lateral	(719.6)
27	Sd Cintilla IlioTibial en cadera	(726.5)
28	Tendinopatía Psoas iliaco	(726.5)
29	Tendinopatía Aductores	(726.5)
30	Osteopatía Dinámica Pubis	(726.5)
31	Tendinopatía proximal Recto Anterior Muslo	(726.5)
32	Tendinopatía proximal Isquiotibiales	(726.5)
33	Contractura/Sobrecarga/ rotura músculo Piramidal pelvis	(728)
34	Contractura/sobrecarga/ rotura muscular Glúteo medio	(728)
35	Contractura/sobrecarga músculo Tensor Fascia Lata	(728)
36	Contractura/Sobrecarga/ rotura músculos Aductores	(728)
37	Contractura/Sobrecarga/ rotura grupo muscular Cuádriceps	(728)
	Contractura/Sobrecarga/ rotura grupo muscular	(728)
38	Isquiotibiales	
39	Condropatía Rodilla	(718.0)
40	Sd Fémoro-Patelar	(719.4)
41	Luxación rotula	(836.3)
42	Bursitis prerotuliana rodilla	(726.65)
43	Sd. Cintilla Iliotibial rodilla	(726.6)
44	Tendinopatía Bíceps femoral	(726.6)
45	Sd. Sinding Larssen Johanssen / secuela de	(726)
46	Sd Osgood Slater / secuela de	(726)
47	Tendinopatía Patelar	(726.6)
48	Gonalgia por hipertrofia/patología/edema Hoffa rodilla	(729.31)
49	Rotura Ligamento cruzado anterior rodilla	(844.2)
50	Esguince Ligamento lateral interno /externo Rodilla	(844)
	Meniscopatía interna (MI) / Meniscopatía externa (ME)	(719.9)
51	rodilla	
52	Fractura estrés Tibia	(733.93)
53	Periostitis Tibia	(730.3)
54	Contractura/Sobrecarga/ rotura músculos Gemelos	(728)
55	Fractura Tobillo	(824)
56	Esguince Tobillo	(845.0)
57	Artralgia tobillo por Esguince Crónico/sinovitis	(719.4)

58	Sd. Os Trigonum	(719.6)
59	Sd. Impingement Anterior Tobillo	(719.6)
60	Tendinopatía Aquilea no rotura	(726.71)
61	Rotura Tendón Aquiles	(726.67)
62	Tendinopatía tendones Peroneos	(726.79)
63	Tendinopatía Tibial anterior	(726.72)
64	Tendinopatía Tibial Posterior	(726.72)
65	Tendinopatía Flexor largo del primer(1º) dedo pie (HFL)	(726.06)
66	Tendinopatía Extensor Común dedos pie	(726.06)
67	Tendinopatía Extensor Largo 1º dedo pie	(726.06)
68	Fascitis Plantar/Talalgia	(726.8)
69	Esguince Lisfranc	(845)
70	Artralgia por sobrecarga mecánica articulación Lisfranc	(716.8)
71	Fractura quinto(5º) metatarsiano pie	(825)
72	Fractura Estrés segundo (2º) metatarsiano pie	(733.94)
73	Artritis Traumática dedos pie	(716.1)
	Artritis traumática articulación metatarso-falángica (MTTF)	(716.1)
74	1º dedo pie	
	Artralgia por sobrecarga mecánica articulación MTTF 1º dedo	(716.8)
75	pie	
76	Bursitis MTTF 1º dedo pie	(727.3)
77	Artritis traumática articulación interfalángica (IF) 1º dedo pie	(716.1)
78	Artralgia por sobrecarga mecánica IF 1º dedo pie	(716.8)
79	Sesamoiditis 1º dedo pie	(733.9)
80	Metatarsalgia	(733.9)
81	Osteomielitis	(730.0)
	OTROS	
82	Poliartralgia	(719.4)

(*) Codificación diagnóstica según CIE 9 modificado

(**) Toma en este estudio rango de diagnóstico clínico específico, cuando existe un cuadro lumbálgico mecánico preciso sobre la región vertebral afecta de cualquiera de estas anomalías morfológicas, siendo esta/s la causa principal del mismo.

Asimismo, y considerando que en la literatura científica relacionada con el ballet los diagnósticos clínicos son más generales y menos específicos que los aportados en este estudio, se estableció, con el objetivo de favorecer la discusión de nuestros resultados, el *agrupamiento de las entidades clínicas de carácter acumulativo objetivadas en el estudio*, con arreglo a criterios de unificación por localización anatómica, tejido lesionado, y entidad nosológica, lo que además facilitó el estudio estadístico de nuestros resultados que con los diagnósticos específicos se exponía más a la dispersión. De esta forma se realizó el agrupamiento de entidades clínicas que se refleja en la *tabla VII*:

<i>Tabla VII</i>	Entidades clínicas agrupadas
<i>Código</i>	<i>Categorías</i>
1	Omalgias
2	Lumbalgia
3	Raquialgias no lumbares
4	Cadera en resorte y coxalgia articular
5	Tendinopatías cadera-pelvis
6	Lesiones músculos aductores muslo
7	Otras lesiones musculares muslo-cadera- pelvis, no aductores
8	Patología fémoro-patelar
9	Otras gonalgias
10	Tendinopatía aquilea
11	Otras tendinopatías tobillo-pie, no aquíleas
12	Sobrecarga mecánica articular tobillo-pie
13	Otras lesiones articulares pie
14	Fenómenos de estrés óseo pierna y pie
15	Otras sobrecargas mecánicas óseas pie
16	Otras lesiones tendinosas
17	Otras lesiones musculares

4.4.- Definición de lesión

En el presente trabajo, la definición de lesión hace referencia y delimita a aquellas alteraciones del aparato locomotor que se producen como consecuencia del ejercicio profesional reglado del ballet, y que ya sea por dolor, menoscabo o incapacidad, requirieron la valoración del Servicio de Traumatología de Fremap.

Con este criterio, y diferenciando las lesiones del ballet como se describe en la Introducción en dos grandes grupos, traumáticas de carácter agudo y no traumáticas o acumulativas, en este estudio nos centramos en este último grupo, y por tanto en las lesiones acumulativas por exposición a microtraumatismos de repetición, si bien, e inicialmente al tratar los Resultados del estudio, veremos que se describen todas las lesiones objetivadas.

4.4.1.- Definición de recaída

Un aspecto muy importante es definir y delimitar adecuadamente las recaídas lesionales para evitar sesgos en la investigación. En el presente estudio, se considera recaída a toda lesión diagnosticada y tratada, que una vez considerada clínicamente curada y por tanto asintomática, sin signos patológicos objetivables y sin déficit funcional, su sintomatología se reproduce antes de los 6 meses del alta clínica. En estos casos, y con respecto al estudio epidemiológico, se considerará el mismo episodio lesional.

Por el contrario, si una determinada lesión resulta curada, permanece asintomática desde entonces hasta su nueva presentación, y esta se vuelve a presentar transcurridos más de 6 meses desde el episodio inicial, con respecto al estudio epidemiológico se considerarán lesiones diferentes.

No obstante lo anterior, y aunque no se dió el caso durante el periodo de estudio, para aquellas lesiones que hubieran requerido cirugía, el plazo para considerarla recaída, hubiera sido de un año desde la intervención realizada.

4.4.2.- Artralgia por sobrecarga mecánica

En este estudio, se utiliza didácticamente el término *Artralgia por sobrecarga mecánica*, para definir las lesiones que afectando concreta y específicamente a tres articulaciones del pie, durante el periodo de estudio se caracterizaron clínicamente por la presencia de dolor articular de carácter mecánico, sin traumatismo previo y de instauración lenta y progresiva, pudiendo acompañarse de signos radiológicos de esclerosis subcondral o algún cambio degenerativo.

De esta forma, este diagnóstico se utilizó para definir las lesiones que cumpliendo estos criterios diagnósticos, afectaban concretamente a:

- Articulación de Lisfranc
- Articulación metatarsofalángica del primer dedo del pie
- Articulación interfalángica del primer dedo del pie

4.5.- Técnicas de análisis de la información

4.5.1.- Agrupamiento de diagnósticos clínicos

Como ya se ha indicado anteriormente, para favorecer el estudio estadístico de nuestros resultados y su discusión, en este trabajo de investigación las **entidades clínicas acumulativas** objetivadas en esta muestra de profesionales, además de estudiarse en base a diagnósticos específicos conforme a lo descrito en la *tabla VI*, también se estudiarán a través del *agrupamiento de estas entidades clínicas* atendiendo a criterios de unificación por localización anatómica, tejido lesionado y entidad nosológica (*tabla VII*).

De esta forma, se indican a continuación las entidades clínicas que formaron cada uno de los grupos lesionales confeccionados, debiendo precisar que, para evitar enmascarar su protagonismo y valor relativo, este agrupamiento no afectó a dos entidades clínicas específicas: *tendinopatía aquilea* y *lesión acumulativa de los músculos aductores*; en ambos casos y como veremos, con una elevada prevalencia con respecto al resto de las entidades del grupo en el que cabría incluirlas: *tendinopatías del tobillo-pie* y *lesiones musculares del grupo pelvis-cadera-muslo* respectivamente. Precisamente por ello, a estos dos grupos se les denominó en estos agrupamientos con el nombre respectivamente de: *otras tendinopatías del tobillo-pie, no aquileas* y *otras lesiones musculares del grupo pelvis-cadera-muslo, no aductores*. Este epígrafe “otras”, veremos que también se aplicó a otros grupos lesionales, cuando hubo que diferenciarlos de algún otro grupo principal más prevalente. Así:

Omalgias

Tendinopatía manguito rotador
Sd. Subacromial

Lumbalgia:

Lumbalgia mecánica
Lesión Muscular Lumbar
Discopatía lumbar
Sd. facetario lumbar
Espondilolistesis/lisis
Vertebra transición/Espina bífida

Cadera en resorte y coxalgia articular

Click/Cadera resorte lateral
Click/Cadera resorte anterior
Coxalgia anterior
Sinovitis cadera

Lesiones músculos aductores muslo

Patología Fémoro-Patelar

Sd. Femoro-Patelar
Tendinopatía patelar
Secuela Sd. Sinding -Larssen-
-Johanssen

Tendinopatía Aquilea

Raquialgias no lumbares:

Lesión muscular cervical
Lesión muscular dorsal
Discopatía cervical

Tendinopatía cadera-pelvis

Tendinopatía psoas iliaco
Tendinopatía aductores
Tendinopatía proximal recto anterior
Sd. cintilla ilio-tibial cadera
Tendinopatía isquiotibiales
Tendinopatía bíceps femoral proximal (*)
Osteopatía dinámica pubis
(*) Diferenciado específicamente del resto de los tendones isquiotibiales en el estudio clínico y RMN

Otras lesiones musculares

muslo-cadera-pelvis

Lesiones músculo Cuádriceps
Lesiones músculos isquiotibiales
Lesiones músculo piramidal pelvis
Lesiones músculo Tensor fascia lata
Lesiones músculo glúteo medio

Otras Gonalgias

Condriopatía rodilla
Meniscospatías crónicas
Bursitis rodilla
Ederma Hoffa
Tendinopatía distal del bíceps femoral

Otras tendinopatias/ fascitis tobillo-pie

Tendinopatía Peroneos
Tendinopatía FHL
Talalgia/Fascitis plantar
Tendinopatía Tibial anterior
Tendinopatía ECD pie

Sobrecarga mecánica articular tobillo-pie

Sobrecarga MTTF 1º dedo pie

Sd. Os Trigonum

Esguince crónico/sinovitis tobillo

Sobrecarga IF 1º dedo pie

Bursitis MTTF 1º dedo pie

Sd. Impingement anterior tobillo

Otras lesiones articulares/ yuxta articulares pie

Sobrecarga articulación Lisfranc

Fenómenos estrés óseo tibia y pie

Fractura estrés 2º MTT

Periostitis Tibia

Fractura estrés Tibia

Otras sobrecargas mecánicas óseas pie

Sesamoiditis

Metatarsalgias

Otras lesiones tendinosas

Epicondilitis

Otras lesiones musculares

Lesiones músculos gemelos

4.5.2.- Agrupamientos de la muestra realizados

Independientemente del análisis de la prevalencia de las lesiones objetivadas con carácter global y diferenciado por disciplinas y sexos, para cumplimentar los objetivos propuestos se realizó un agrupamiento de la muestra en función del siguiente criterio de clasificación:

4.5.2.1.- Grupos etáreos

Con el objetivo de valorar la influencia de la edad en la aparición de lesiones en esta muestra de profesionales, y considerando que tal y como queda demostrado en el análisis de los resultados de este estudio, la edad y la antigüedad o experiencia profesional fueron directamente proporcionales en esta muestra de bailarines, se estudiaron las diferencias existentes en cuanto a prevalencia lesional en tres grupos etáreos diferentes:

- Bailarines profesionales con una edad menor o igual a 21 años y menor experiencia profesional y que denominamos *neoprofesionales*
- Bailarines profesionales con edad comprendida entre 22 y 31 años, con más experiencia que los anteriores, y que en este estudio y a estos efectos denominamos *profesionales*
- Bailarines profesionales con una edad igual o superior a 32 años y con una mayor experiencia y antigüedad profesional que el resto, que denominamos *senior*.

4.5.2.-Gestión de datos y análisis estadístico

Para el procesamiento de los datos de este estudio, se utilizó como soporte informático una base de datos en Excel, aplicación informática de hoja de cálculo que forma parte del paquete informático Microsoft Office confeccionada y distribuida por Microsoft Corporation, que posteriormente permitió realizar el análisis estadístico de los resultados a partir del programa Statistical Package for the Social Sciences (SPSS) en su versión 17.0.

De esta forma, se realizó la toma de datos para el posterior análisis de los resultados en una base con los datos analizados y objetivados durante la anamnesis, exploración, diagnóstico y tratamiento de cada lesión sufrida por cada bailarín atendido.

Las variables cualitativas se describieron según la distribución de frecuencias, con sus porcentajes.

Las variables cuantitativas se describieron con la media y desviación estándar.

La asociación o la independencia entre las variables cualitativas se realizaron mediante la prueba de χ^2 de Pearson y test exacto de Fisher.

La asociación lineal entre dos variables cuantitativas se determinó mediante el *coeficiente de Correlación de Pearson*, y la asociación no lineal mediante el *coeficiente de correlación de Spearman*.

La comparación de medias entre grupos independientes se realizó mediante la prueba *T de Student* o *T de Student aproximación de Welch*, en función de la homogeneidad o heterogeneidad de las varianzas (determinada mediante la *Prueba de Levene*) y *U de Mann-Whiney* en caso de no seguir los datos leyes normales y para muestras pequeñas.

En los contrastes de hipótesis que se plantearon se rechazó la hipótesis nula si el valor “*p*” asociado fue igual o menor de 0,05, considerándose en este caso ($p < 0,05$) que el hallazgo goza de significación estadística convencional, descartándose por ello que las diferencias se puedan justificar exclusivamente al azar.

4.5.3.- Consideraciones de interés en el tratamiento de datos

Dado que el estudio de la lesión, es en este trabajo de investigación la variable dependiente, y teniendo en cuenta que durante el mismo hubo bailarines que presentaron diferentes lesiones, el cálculo de la media de edad, antigüedad profesional y antigüedad de práctica del ballet de la muestra estudiada, se realizó sobre la base de las lesiones presentadas, y no sobre el número de los bailarines estudiados.

Asimismo, también debe indicarse que la referencia a la “disciplina responsable de cada lesión objetivada” en el periodo de estudio, se obtuvo como consecuencia de los datos aportados en la anamnesis por los distintos bailarines estudiados durante cada lesión atendida.

4.6.- Bibliografía

El registro de las diferentes citas bibliográficas fue realizado a través del programa EndnoteWeb, Web of knowledge, de Thomson Reuters, disponible en <http://www.myendnoteweb.com/EndnoteWeb.html>

4.7.- Aspectos éticos y legales

Actuando según el código deontológico y en función de la legislación vigente en materia de protección de datos, *Ley Orgánica 15/1999, de 13 de diciembre, de Protección de datos de Carácter Personal*, se recabó el consentimiento informado a todos los profesionales que acudieron a consulta para la valoración, diagnóstico y tratamiento de las lesiones presentadas.

En este sentido, cabe asimismo indicar, que en ningún caso se ha utilizado el nombre o ninguna otra documentación que sirviera para identificar a ninguno de los bailarines pertenecientes a esta muestra.

5. RESULTADOS

En relación con los objetivos planteados y la metodología descrita, se analizaron las lesiones presentadas entre el **1 de enero de 2005 y el 1 de octubre de 2010**, por una muestra de bailarines profesionales de diferentes Compañías que practicaban las principales disciplinas de ballet que se desarrollan en España: *Clásico, Neoclásico, Contemporáneo y Español*.

Los datos generales de la muestra estudiada se observan en el *gráfico n° 1*, comprobando que fueron objetivadas en el periodo de estudio un **total de 486 lesiones (tabla VIII)** en una población de **145 bailarines profesionales**, lo que equivale a **3, 351 lesiones / bailarín** durante este periodo.

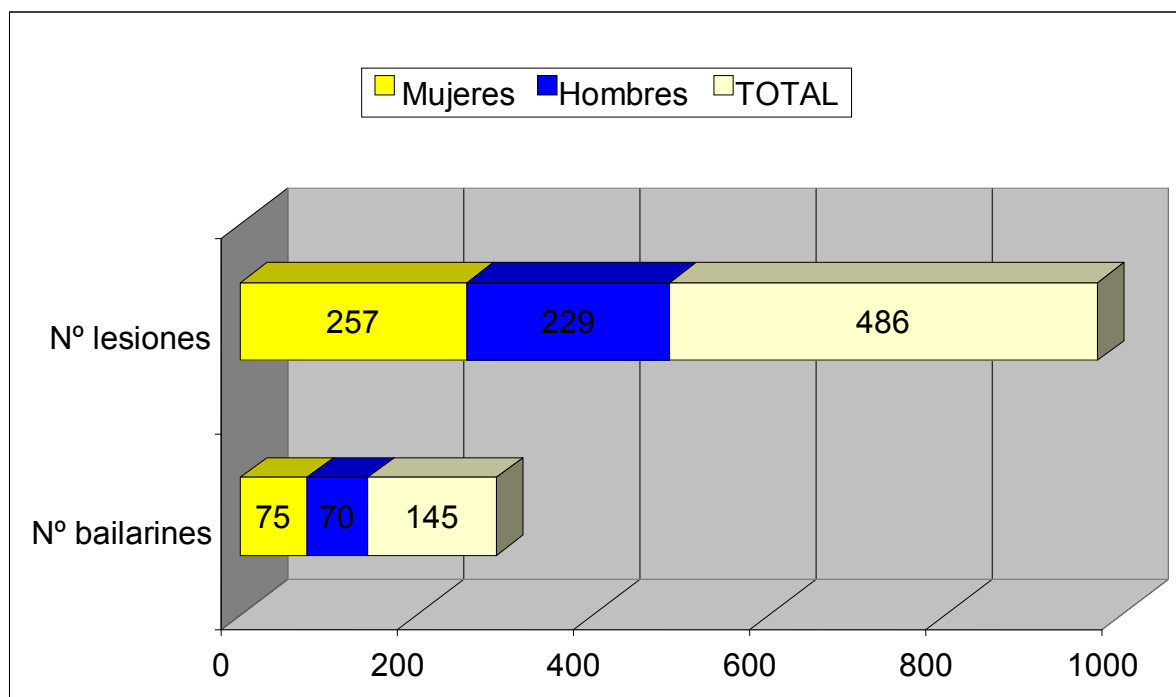


Gráfico n° 1. Distribución de la muestra por lesiones globales y sexo

Tabla VIII. Prevalencia de lesiones totales por entidades clínicas y sexo.

Entidad clínica		Sexo		
		Hombre	Mujer	Total
Tendinopatía Manguito Rotadores Hombro	Nº casos	4	0	4
	Prevalencia	1,7%	,0%	,8%
Tendinopatía Psoas iliaco	Nº casos	2	6	8
	Prevalencia	,9%	2,3%	1,6%
Tendinopatía Aductores	Nº casos	4	3	7
	Prevalencia	1,7%	1,2%	1,4%
Sd Cintilla IlioTibial en cadera	Nº casos	1	0	1
	Prevalencia	,4%	,0%	,2%
Tendinopatía Patelar	Nº casos	10	9	19
	Prevalencia	4,4%	3,5%	3,9%
Tendinopatía tendones Peroneos	Nº casos	4	8	12
	Prevalencia	1,7%	3,1%	2,5%
Tendinopatía Tibial anterior	Nº casos	0	2	2
	Prevalencia	,0%	,8%	,4%
Tendinopatía Tibial posterior	Nº casos	1	1	2
	Prevalencia	,4%	,4%	,4%
Tendinopatía Flexor hallucis Longus	Nº casos	5	5	10
	Prevalencia	2,2%	1,9%	2,1%
Talalgia-Fascitis Plantar	Nº casos	5	3	8
	Prevalencia	2,2%	1,2%	1,6%
Tendinopatía Aquilea	Nº casos	15	10	25
	Prevalencia	6,6%	3,9%	5,1%
Tendinopatía Bíceps femoral	Nº casos	2	0	2
	Prevalencia	,9%	,0%	,4%
Tendinopatía Isquiotibiales	Nº casos	1	1	2
	Prevalencia	,4%	,4%	,4%
Tendinopatía Extensor Largo 1º dedo pie	Nº casos	0	2	2
	Prevalencia	,0%	,8%	,4%
Epicondilitis	Nº casos	1	0	1
	Prevalencia	,4%	,0%	,2%
Lesión Muscular cervical	Nº casos	1	8	9
	Prevalencia	,4%	3,1%	1,9%
Lesión Muscular dorsal	Nº casos	6	6	12
	Prevalencia	2,6%	2,3%	2,5%
Lesión Muscular lumbar	Nº casos	7	8	15
	Prevalencia	3,1%	3,1%	3,1%
Lesión Músculos Aductores	Nº casos	7	8	15
	Prevalencia	3,1%	3,1%	3,1%
Lesión Músculos cuádriceps	Nº casos	3	2	5
	Prevalencia	1,3%	,8%	1,0%
Lesión Músculos Isquiotibiales	Nº casos	2	2	4
	Prevalencia	,9%	,8%	,8%
Lesión Músculos Gemelos	Nº casos	4	6	10
	Prevalencia	1,7%	2,3%	2,1%

Lesión Músculos intercostales	Nº casos	2	0	2
	Prevalencia	,9%	,0%	,4%
Lesión Musculo Piramidal pelvis	Nº casos	1	1	2
	Prevalencia	,4%	,4%	,4%
Shin Splints/Periostitis Tibia	Nº casos	2	1	3
	Prevalencia	,9%	,4%	,6%
Sesamoiditis 1º dedo pie	Nº casos	0	4	4
	Prevalencia	,0%	1,6%	,8%
Fractura Estrés 2º MT pie	Nº casos	0	7	7
	Prevalencia	,0%	2,7%	1,4%
Fractura 5º MT pie	Nº casos	3	1	4
	Prevalencia	1,3%	,4%	,8%
Traumatismos óseos MMSS	Nº casos	4	3	7
	Prevalencia	1,7%	1,2%	1,4%
Traumatismos óseos MMII	Nº casos	3	0	3
	Prevalencia	1,3%	,0%	,6%
Traumatismos óseos Tronco	Nº casos	1	2	3
	Prevalencia	,4%	,8%	,6%
Osteomielitis	Nº casos	0	1	1
	Prevalencia	,0%	,4%	,2%
Metatarsalgia	Nº casos	5	2	7
	Prevalencia	2,2%	,8%	1,4%
Sd Sindin Larssen Johanssen / secuela de	Nº casos	1	0	1
	Prevalencia	,4%	,0%	,2%
Traumatismos óseos cabeza	Nº casos	2	0	2
	Prevalencia	,9%	,0%	,4%
Fractura estrés Tibia	Nº casos	0	3	3
	Prevalencia	,0%	1,2%	,6%
Discopatía Lumbar	Nº casos	7	3	10
	Prevalencia	3,1%	1,2%	2,1%
Luxación de Hombro	Nº casos	4	0	4
	Prevalencia	1,7%	,0%	,8%
Sd. Femoro-Patelar	Nº casos	11	20	31
	Prevalencia	4,8%	7,8%	6,4%
Luxación rotula	Nº casos	1	2	3
	Prevalencia	,4%	,8%	,6%
Sd Os Trigonum	Nº casos	8	3	11
	Prevalencia	3,5%	1,2%	2,3%
Sobrecarga mecánica Articulación Lisfranc	Nº casos	0	5	5
	Prevalencia	,0%	1,9%	1,0%
Sobrecarga MTTF 1º dedo pie	Nº casos	12	4	16
	Prevalencia	5,2%	1,6%	3,3%
Bursitis MTTF 1º dedo pie	Nº casos	0	1	1
	Prevalencia	,0%	,4%	,2%
Bursitis Rodilla	Nº casos	1	0	1
	Prevalencia	,4%	,0%	,2%
Artritis traumática IF 1º dedo pie	Nº casos	2	1	3
	Prevalencia	,9%	,4%	,6%
Artritis Traumática dedos pie	Nº casos	2	5	7

	Prevalencia	,9%	1,9%	1,4%
Esguince-Rotura LLCC Rodilla	Nº casos	0	2	2
	Prevalencia	,0%	,8%	,4%
Esguince-Rotura LLLL Rodilla	Nº casos	2	1	3
	Prevalencia	,9%	,4%	,6%
MERD/MIRD	Nº casos	8	5	13
	Prevalencia	3,5%	1,9%	2,7%
Sinovitis Cadera	Nº casos	1	3	4
	Prevalencia	,4%	1,2%	,8%
Sacroileitis	Nº casos	0	1	1
	Prevalencia	,0%	,4%	,2%
Coxalgia Anterior	Nº casos	1	6	7
	Prevalencia	,4%	2,3%	1,4%
Esguince Lisfranc	Nº casos	1	3	4
	Prevalencia	,4%	1,2%	,8%
Esguince Tobillo	Nº casos	17	30	47
	Prevalencia	7,4%	11,7%	9,7%
Esguince Crónico/sinovitis Tobillo	Nº casos	3	4	7
	Prevalencia	1,3%	1,6%	1,4%
Edema Hoffa	Nº casos	1	0	1
	Prevalencia	,4%	,0%	,2%
Sobrecarga IF1º dedo pie	Nº casos	2	4	6
	Prevalencia	,9%	1,6%	1,2%
Condropatía Rodilla	Nº casos	7	4	11
	Prevalencia	3,1%	1,6%	2,3%
Osteopatía Dinámica Pubis	Nº casos	1	0	1
	Prevalencia	,4%	,0%	,2%
Clic/Cadera resalte Anterior	Nº casos	1	4	5
	Prevalencia	,4%	1,6%	1,0%
Clic/Cadera resalte lateral	Nº casos	4	7	11
	Prevalencia	1,7%	2,7%	2,3%
Sd. Subacromial	Nº casos	4	1	5
	Prevalencia	1,7%	,4%	1,0%
Discopatía Cervical	Nº casos	4	3	7
	Prevalencia	1,7%	1,2%	1,4%
Sd facetario Lumbar	Nº casos	3	4	7
	Prevalencia	1,3%	1,6%	1,4%
Lesión músculo Tensor Fascia Lata	Nº casos	1	1	2
	Prevalencia	,4%	,4%	,4%
Espondilolisis/listesis	Nº casos	1	0	1
	Prevalencia	,4%	,0%	,2%
Sd Impingement Anterior Tobillo	Nº casos	1	0	1
	Prevalencia	,4%	,0%	,2%
Lumbalgia Mecánica	Nº casos	8	11	19
	Prevalencia	3,5%	4,3%	3,9%
Vertebra de transición /Espina bífida Lumbar	Nº casos	1	0	1
	Prevalencia	,4%	,0%	,2%
Tendinopatía proximal Recto Anterior Muslo	Nº casos	0	2	2
	Prevalencia	,0%	,8%	,4%

Tendinopatía Extensor Común dedos pie	Nº casos	0	1	1
	Prevalencia	,0%	,4%	,2%
Lesión muscular Glúteo medio	Nº casos	0	1	1
	Prevalencia	,0%	,4%	,2%
Total	Nº casos	229	257	486
	Prevalencia	100,0%	100,0%	100,0%

La distribución de la muestra por disciplinas y sexos, la observamos en los gráfico n° 2 y n° 3 y en la tabla IX, objetivando la existencia de una *prevalencia significativamente superior a la esperada* ($p=0,007$, por tanto estadísticamente significativa para el cálculo de X^2) del número de lesiones entre las mujeres que practicaron la disciplina de clásico y los hombres que practicaron la disciplina de español, al comparar los valores de frecuencia de disciplinas y sexos entre si.

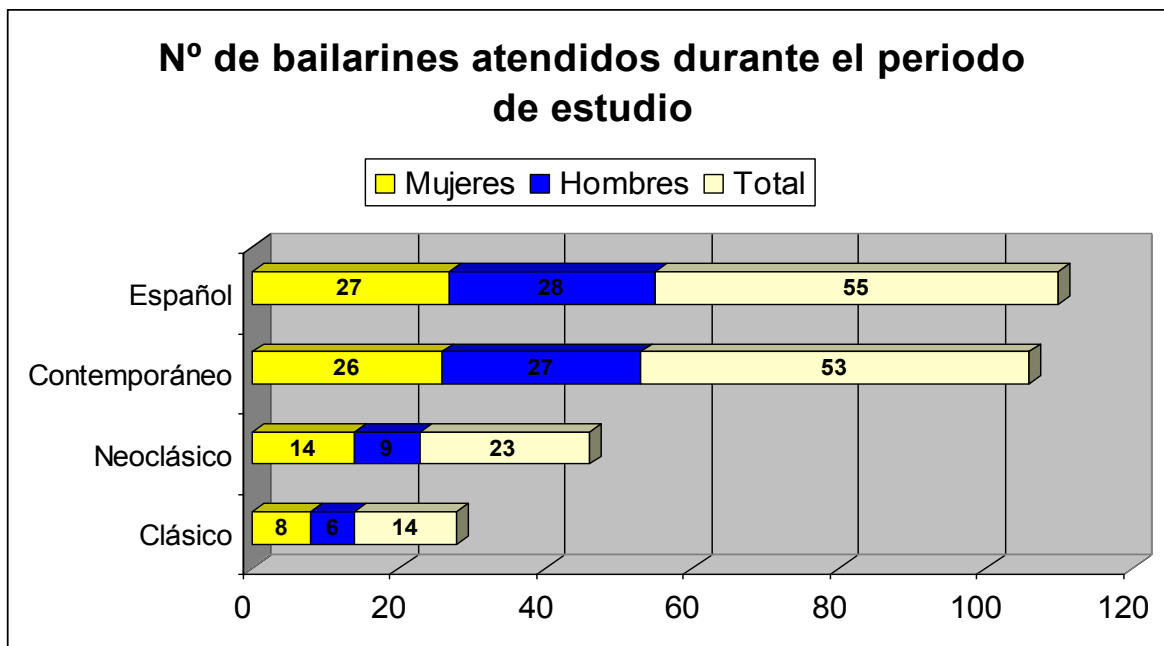


Gráfico n° 2. Número de bailarines atendidos por disciplina y sexo

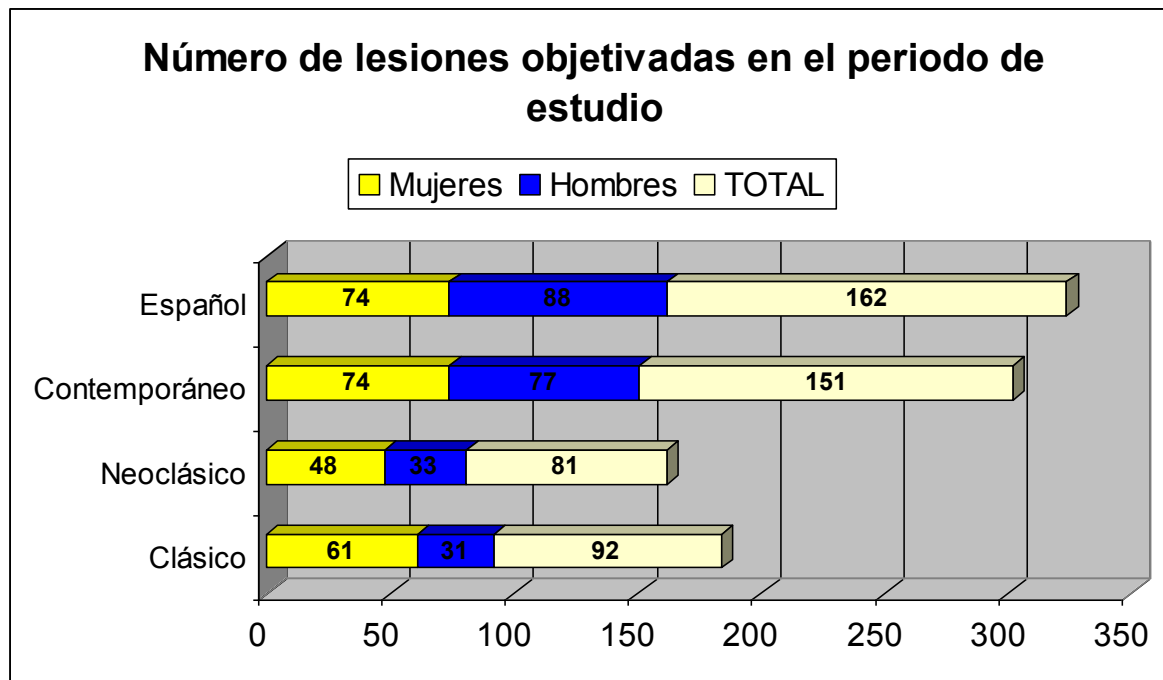


Gráfico n° 3. Número de lesiones objetivadas por disciplina y sexo

Tabla IX. Prevalencia de lesiones por disciplina y sexo

Disciplina		Sexo		Total
		Hombre	Mujer	
Neoclásico	Nº casos	33	48	81
	Prevalencia	14,4%	18,7%	16,7%
Español	Nº casos	88	74	162
	Prevalencia	38,4%	28,8%	33,3%
Contemporáneo	Nº casos	77	74	151
	Prevalencia	33,6%	28,8%	31,1%
Clásico	Nº casos	31	61	92
	Prevalencia	13,5%	23,7%	18,9%
TOTAL	Nº casos	229	257	486
	Prevalencia	100,0%	100,0%	100,0%

Los valores de la muestra relacionados con la **media de edad, media de antigüedad profesional y media de antigüedad en la práctica del ballet** tanto general como distribuida por disciplinas y sexos, se observan en las *tablas X y XI y gráfico n° 4*, comprobando que si bien con carácter global, estos valores eran menores entre los bailarines que relacionaban su lesión con la práctica de la disciplina de *clásico*, los hombres que en esta muestra practicaban *neoclásico* eran la población más joven y con menor antigüedad en los parámetros analizados, mientras que eran precisamente las mujeres que practicaban esta disciplina las que presentaban unos valores mayores con respecto a estos parámetros.

Con respecto a la influencia del sexo sobre estos parámetros, observamos como en relación a la media de edad, se objetivó que tanto en contemporáneo como en neoclásico

($p=0,02$ y $p<0,001$ respectivamente según el cálculo de la *t* de Student), estos valores en las mujeres eran significativamente mayores que en los hombres, lo que también ocurría con la **media de antigüedad profesional** ($p=0,006$ en contemporáneo y $p<0,001$ en neoclásico). Por otra parte, comprobamos que en cuanto a la **media de antigüedad de inicio en la práctica de ballet**, en todas las disciplinas los valores eran significativamente mayores entre las mujeres ($p<0,001$ en clásico, contemporáneo y neoclásico, y español $p=0,03$, siempre según el cálculo de la *t* de Student).

Tabla X. Medias de edad y antigüedad en la práctica del ballet por sexo.

Variables		N	Media años	Desviación típica (σ)
Media de Edad muestra	Hombre	229	25,24	5,40
	Mujer	257	26,27	5,92
	Global	486	25,79	5,69
Media de Antigüedad inicio práctica de Ballet	Hombre	216	14,24	6,43
	Mujer	250	18,34	5,50
	Global	466	16,44	6,29
Media de Antigüedad profesional	Hombre	218	7,43	5,84
	Mujer	253	8,79	5,68
	Global	471	8,16	5,79

Tabla XI. Medias de edad y antigüedad en la práctica del ballet por disciplina y sexo

CLASICO		N	Media años	Desviación típica (σ)
Media de Edad	Hombre	31	23,94	4,83
	Mujer	61	23,46	4,82
	Global	92	23,62	4,80
Media de Antigüedad inicio práctica de Ballet	Hombre	30	11,50	4,52
	Mujer	61	15,61	4,22
	Global	91	14,25	4,71
Media de Antigüedad profesional	Hombre	30	6,20	4,59
	Mujer	61	6,30	4,65
	Global	91	6,26	4,60
CONTEMPORANEO		N	Media años	Desviación típica (σ)
Media de Edad	Hombre	77	25,79	5,12
	Mujer	74	27,82	5,90
	Global	151	26,79	5,59
Media de Antigüedad inicio práctica de Ballet	Hombre	66	14,44	7,94
	Mujer	67	20,31	5,73
	Global	133	17,40	7,50
Antigüedad profesional	Hombre	67	7,48	5,54
	Mujer	70	10,17	5,66
	Global	137	8,85	5,74
ESPAÑOL	Sexo	N	Media años	Desviación típica (σ)
Media de Edad	Hombre	88	26,00	6,13
	Mujer	74	25,54	5,65
	Global	162	25,79	5,90
Media de Antigüedad inicio práctica de Ballet	Hombre	87	15,59	6,22

	Mujer	74	17,53	5,29
	Global	161	16,48	5,87
Media de Antigüedad profesional	Hombre	88	8,42	6,90
	Mujer	74	8,20	5,97
	Global	162	8,32	6,47
NEOCLÁSICO	Sexo	N	Media años	Desviación típica (σ)
Media de Edad	Hombre	33	23,15	3,56
	Mujer	48	28,58	6,08
	Global	81	26,37	5,83
Media de Antigüedad inicio práctica de Ballet	Hombre	33	12,79	3,61
	Mujer	48	20,31	5,26
	Global	81	17,25	5,94
Media de Antigüedad profesional	Hombre	33	5,82	3,60
	Mujer	48	10,88	5,20
	Global	81	8,81	5,23

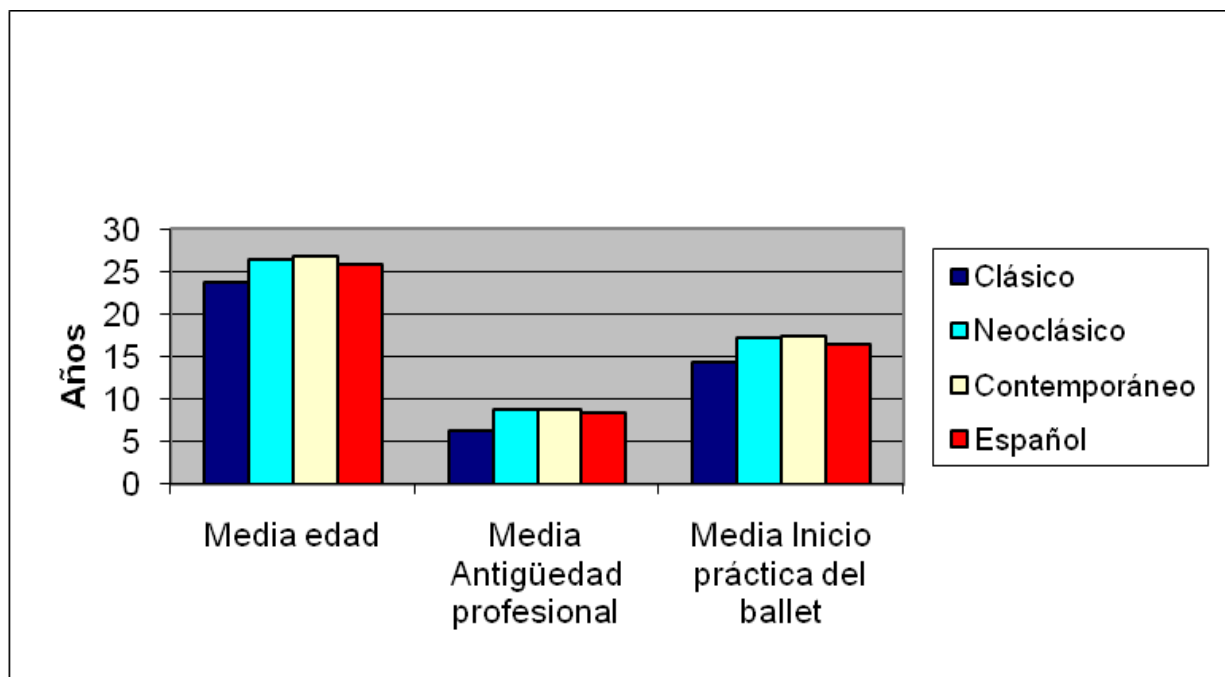


Gráfico n° 4. Distribución de la muestra por disciplina y antigüedad en la práctica del ballet.

5.1.- Prevalencia de lesiones acumulativas por microtraumatismos de repetición en la población estudiada

Atendiendo a los objetivos y metodología descritos, se analizaron las lesiones acumulativas por microtraumatismos de repetición, tanto con carácter global como diferenciadas por disciplinas y sexos, objetivadas en esta muestra de profesionales. De esta forma se estudiaron:

- Datos generales
- Prevalencia de lesiones acumulativas por entidades clínicas
- Prevalencia de lesiones acumulativas por localización anatómica
- Prevalencia de lesiones acumulativas en función del tejido lesionado

Asimismo, y para valorar la influencia de la edad y/o antigüedad profesional, se estudiaron:

- Prevalencia de lesiones acumulativas por grupos etáreos.

5.1.1.- Datos generales

En el periodo de estudio y como se ha descrito con anterioridad, se objetivaron 486 lesiones sufridas por los 145 bailarines profesionales estudiados (*Tabla VIII*), con una significativa prevalencia, en cuanto a la etiopatogenia, de las lesiones acumulativas por microtraumatismos de repetición ($p < 0,0001$, según la prueba de X^2), que como se observa en la *tabla XII* y gráfico nº 5, alcanzaron el **75,31% en esta muestra (366 lesiones)**, algo mayor en mujeres (75,9%) (gráfico nº 6), pero sin observarse significación estadística en cuanto a sexos y por tanto sin que se objetive influencia del sexo en la aparición de estas lesiones.

Tabla XII. Prevalencia de lesiones en función de la etiopatogenia.

Tipo de lesión	Nº casos	Prevalencia
Lesión traumática, aguda	118	24,3%
Lesión no traumática, acumulativa	366	75,3%
Reumática	1	0,2%
Infecciosa	1	0,2%
Total	486	100,0%

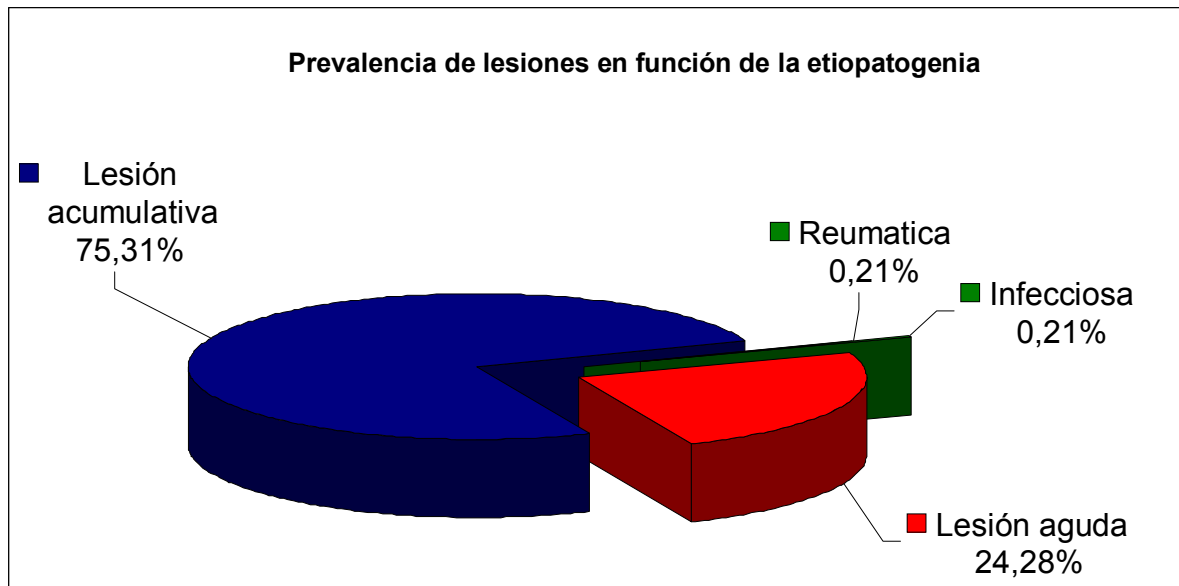


Gráfico nº5. Prevalencia de lesiones en función de la etiopatogenia

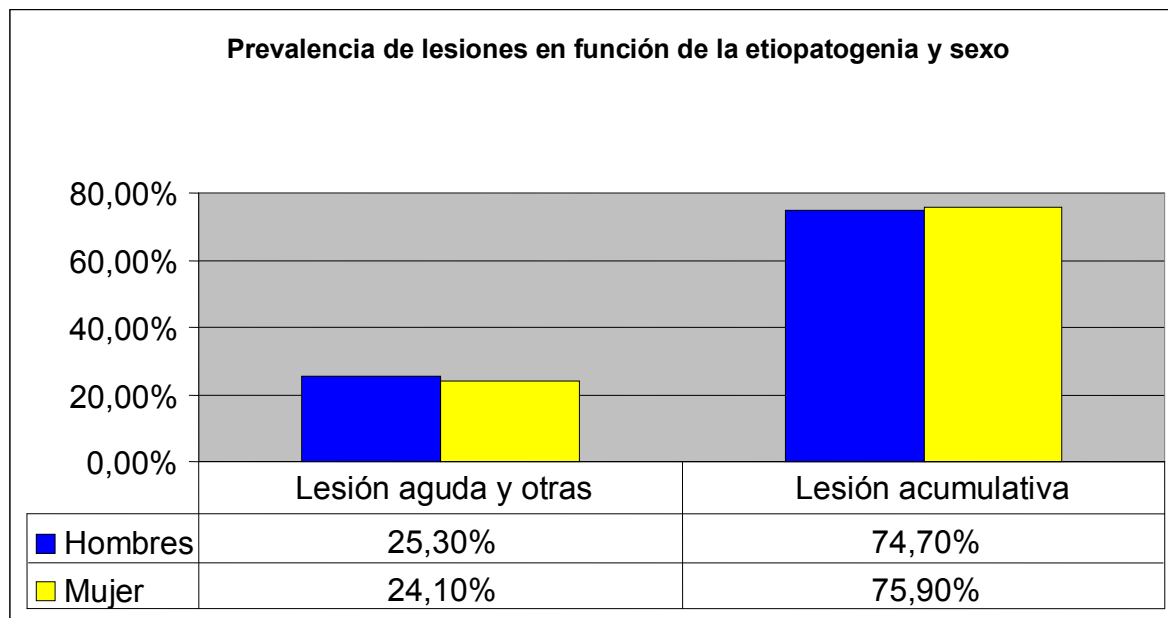
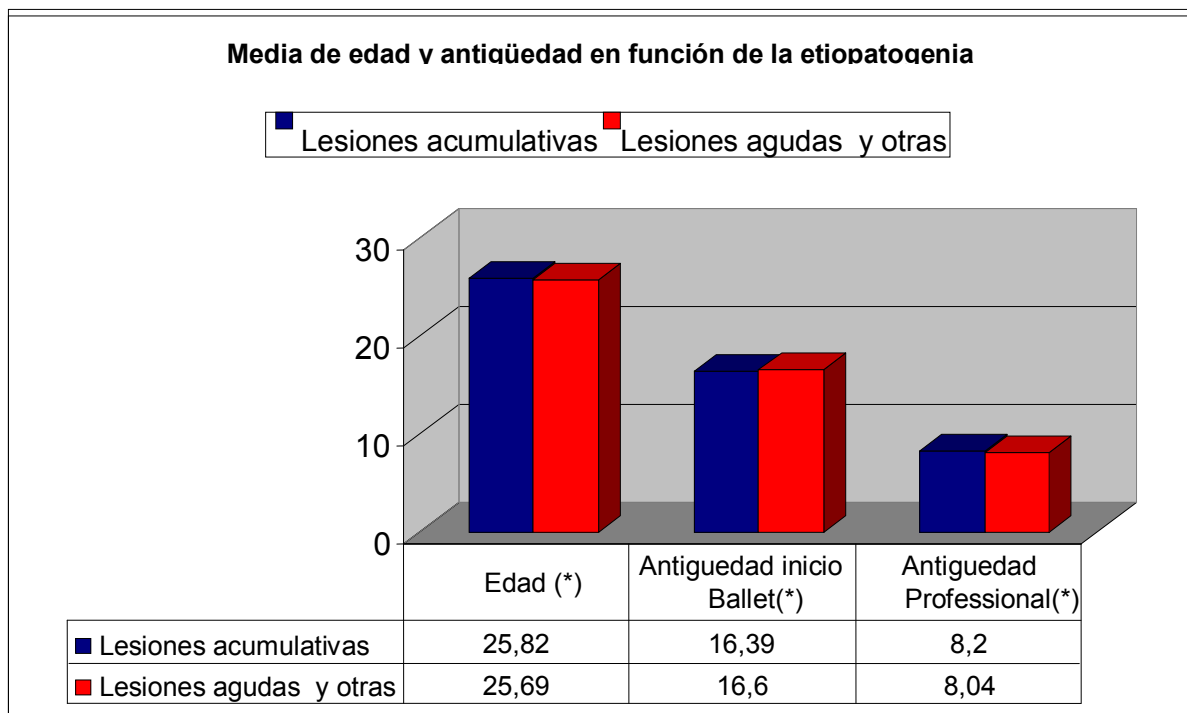


Gráfico nº 6 .Prevalencia de lesiones en función de la etiopatogenia y el sexo

Como se observa en la *tabla XIII* y gráfico nº 7, la media de edad, de antigüedad profesional y de antigüedad en la práctica del ballet, fueron muy similares entre las lesiones acumulativas y el resto de lesiones, en su casi totalidad agudas, *no encontrándose diferencia estadísticamente significativa al respecto según la prueba de X^2* , y por tanto, *no objetivándose influencia de la edad ni de la antigüedad en la aparición de lesiones agudas o acumulativas*.

Tabla XIII. Medias de edad y antigüedad en función de la etiopatogenia

Tipo de lesión	Variables	N	Mínimo	Máximo	Media	Desviación típica
Acumulativa	Edad	366	17	47	25,82	5,824
	Antigüedad inicio Ballet	353	4	39	16,39	5,985
	Antigüedad profesional	357	1	34	8,2	5,861
Aguda y otras	Edad	120	18	41	25,69	5,304
	Antigüedad inicio Ballet	113	5	61	16,6	7,171
	Antigüedad profesional	114	1	29	8,04	5,583



(*) En años

Gráfico nº 7. Media de edad y antigüedad en la práctica del ballet en función de la etiopatogenia.

Por disciplinas, se objetivó una diferencia estadísticamente significativa en la prevalencia de lesiones acumulativas respecto al resto de lesiones, tanto para el global de la muestra como por sexos ($p=0,01$, según el cálculo de X^2), destacando una prevalencia de lesiones acumulativas entre las mujeres de clásico y hombres de contemporáneo marcadamente superior a la esperada. Asimismo se comprobó, la mayor prevalencia de estas lesiones, tanto de manera global como en ambos sexos, en **ballet clásico** (gráficos nº 8, nº 9 y nº 10), seguido en mujeres del español, si bien en hombres le siguió en prevalencia la disciplina de contemporáneo.

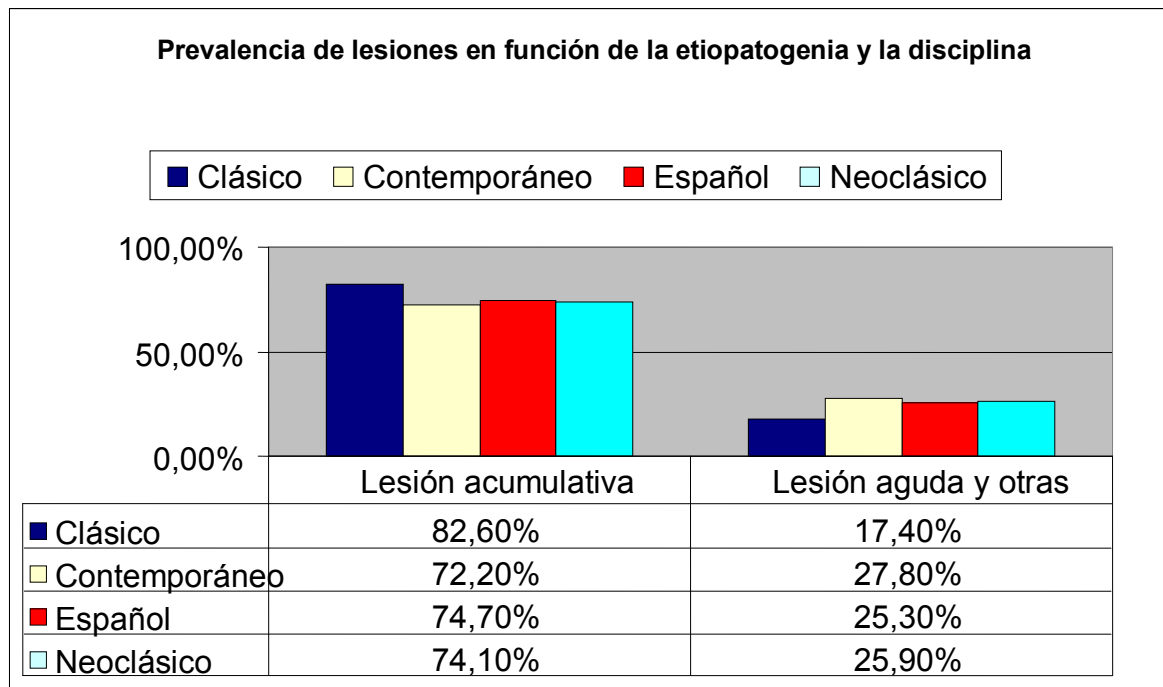


Gráfico n° 8. Prevalencia de lesiones en función de la etiopatogenia y la disciplina.

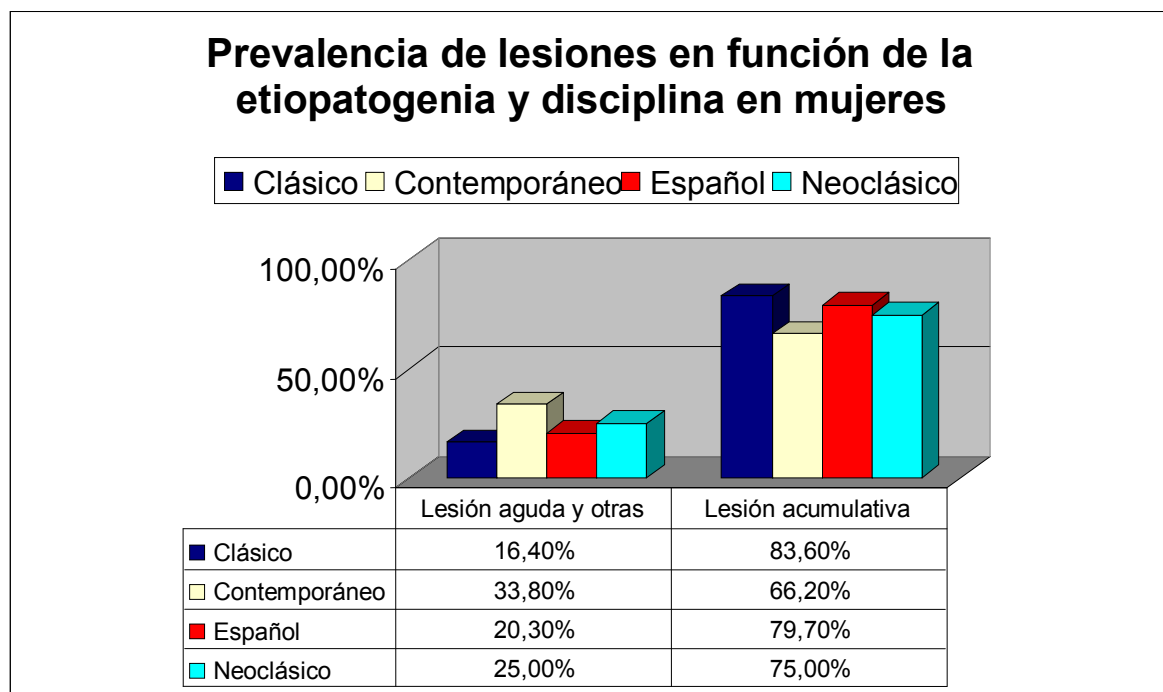


Gráfico n° 9 .Prevalencia de lesiones en función de la etiopatogenia y disciplina en mujeres

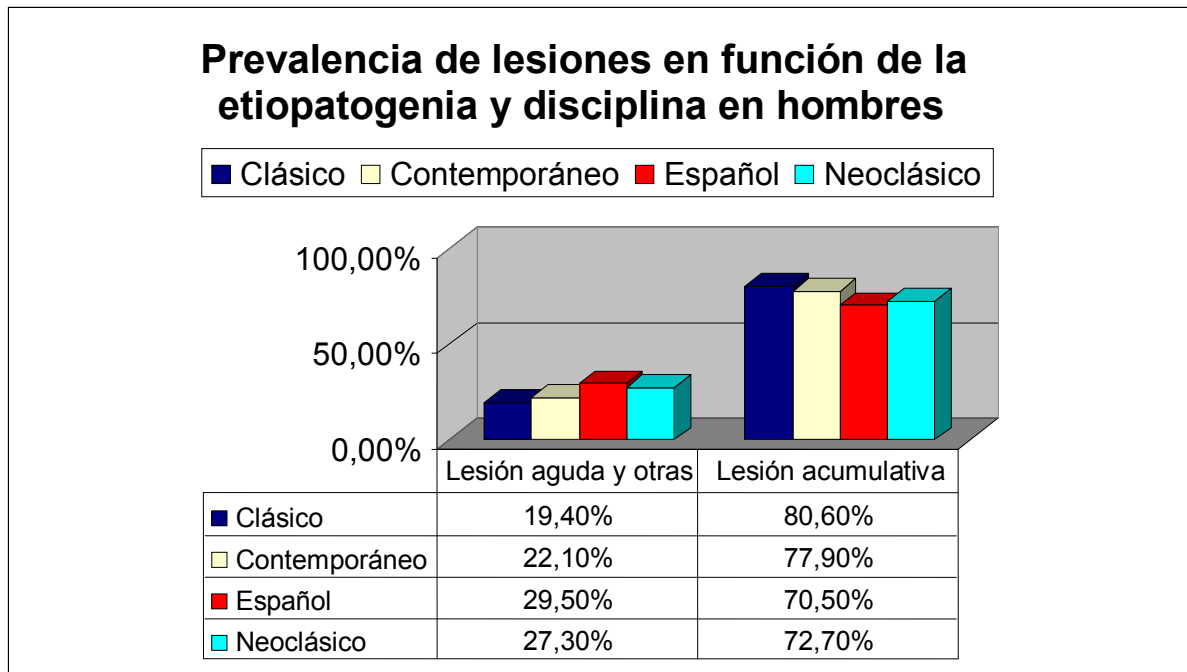


Gráfico n° 10 .Prevalencia de lesiones en función de la etiopatogenia y disciplina en hombres

5.1.2.- Prevalencia de lesiones acumulativas en función de la entidad clínica

Con las referencias ya apuntadas a los resultados obtenidos respecto a las lesiones acumulativas, en las *tablas XIV y XV* se muestran específicamente las lesiones acumulativas por entidades clínicas objetivadas en la muestra de manera global y por sexos.

Así, comprobamos que la **primera entidad clínica** de carácter acumulativo por exposición a microtraumatismos de repetición en esta muestra de profesionales y de forma **global**, fue el **síndrome femoro-patelar**, seguido en prevalencia y por este orden por la **tendinopatía aquilea**, la **tendinopatía patelar** y la **lumbalgia mecánica**.

En cuanto a **sexos**, indicar con **carácter general**, que mientras en *mujeres* y después del **síndrome femoro-patelar**, la segunda entidad en prevalencia fue la lumbalgia mecánica y posteriormente y por este orden, la tendinopatía aquilea y la patelar, en *hombres* variaron las entidades clínicas, siendo la más prevalente la **tendinopatía aquilea**, seguida de la sobrecarga mecánica articular de la articulación metatarso-falángica del primer dedo del pie, seguido del síndrome femoro-patelar y la tendinopatía patelar.

No obstante lo anterior, y aunque el establecimiento de una significación estadística fue difícil por la gran dispersión de los datos, debe destacarse la *existencia de unas entidades clínicas que tuvieron una prevalencia con un marcado incremento en función del sexo*. Este fue el caso de la **tendinopatía del manguito rotador o la sobrecarga de la articulación metatarsofalángica del primer dedo del pie** entre los *hombres*, o la **sesamoiditis**, las

sobrecargas mecánicas de la articulación de Lisfranc o las fracturas de estrés de la base del segundo metatarsiano entre las mujeres.

Con respecto a lo ya apuntado en Material y Método, también establecimos el *agrupamiento de las entidades clínicas de carácter acumulativo objetivadas en el estudio*, con arreglo a criterios de unificación por localización anatómica, tejido lesionado, y entidad nosológica, lo que facilitó el estudio estadístico de nuestros resultados que con los diagnósticos específicos se exponía más a la dispersión.

De esta forma, y como se desprende en los resultados que se muestran en la *tabla XVI*, comprobamos como en general, *existió una diferencia estadísticamente significativa ($p < 0,001$, según el cálculo de X^2) en la distribución de frecuencias analizadas al comparar todas las entidades clínicas agrupadas entre sí, objetivando*, por este orden de prevalencia, ***una prevalencia notablemente mayor de la lumbalgia, patología femoro-patelar, patologías por sobrecarga mecánica articular del tobillo y pie, así como del grupo relacionado con otras tendinopatías del tobillo-pie*** sin incluir la tendinopatía aquilea.

Considerando esta distribución por entidades clínicas agrupadas, y en cuanto a sexos, comprobamos en la *tabla XVI*, que *en mujeres* se mantuvo la **patología femoro-patelar** como primera entidad nosológica en prevalencia, seguida de la lumbalgia, el grupo referido de otras tendinopatías de tobillo y pie que si hubiera incluido la que afecta al Aquiles sería la más prevalente, y en cuarto lugar el grupo que incluye la cadera en resorte y las afectaciones articulares de cadera. Por lo que respecta a los *hombres*, fue la **lumbalgia** la que ocupó el primer lugar en prevalencia, seguida por este orden, de la sobrecarga mecánica articular de las articulaciones del tobillo-pie (en gran medida debido a la elevada prevalencia en la articulación metatarso-falángica del primer dedo del pie), la patología femoro-patelar, y el grupo de las tendinopatías del tobillo y pie que excluyen la aquilea, y que como se ha indicado hasta ahora, con su inclusión, también en este caso hubieran significado en global, la primera entidad nosológica en prevalencia. En este sentido, cabe destacar que si bien *no se objetivó una diferencia estadísticamente significativa en la distribución de prevalencia por entidades clínicas agrupadas y sexos para el cálculo de X^2* , si se objetivó una **prevalencia notablemente superior a la esperada del grupo de los fenómenos de estrés óseo de pierna y pie así como el de las coxalgias articulares y cadera en resalte lateral entre las mujeres, y de las omalgias entre los hombres.**

Tabla XIV. Prevalencia de lesiones acumulativas por entidad clínica.

Entidad Clínica	Número de casos	Prevalencia %
Sd. Femoro-Patelar	30	8,2
Tendinopatía Aquilea	25	6,8
Tendinoaptia Patelar	19	5,2
Lumbalgia Mecánica	19	5,2
Sobrecarga MTTF 1º dedo pie	16	4,4
Lesión Músculos Aductores	15	4,1
Lesión Muscular lumbar	13	3,6
Tendinopatía tendones Peroneos	12	3,3

Sd Os Trigonum	11	3,0
Condropatia Rodilla	11	3,0
Tendinopatía Flexor hallucis Longus	10	2,7
Discopatía Lumbar	10	2,7
Clic/Cadera resalte lateral	10	2,7
Lesión Muscular cervical	9	2,5
Lesión Músculos Gemelos	9	2,5
Tendinopatía Psoas iliaco	8	2,2
Talalgia-Fascitis Plantar	8	2,2
Lesión Muscular dorsal	8	2,2
Tendinopatía Aductores	7	1,9
Fractura Estrés 2º MT pie	7	1,9
Metatarsalgia	7	1,9
Coxalgia Anterior	7	1,9
Esguince Crónico/sinovitis Tobillo	7	1,9
Discopatía Cervical	7	1,9
Sd facetario Lumbar	7	1,9
Sobrecarga IF1º dedo pie	6	1,6
Sobrecarga mecánica Articulación Lisfranc	5	1,4
Clic/Cadera resalte Anterior	5	1,4
Tendinopatía Manguito Rotadores Hombro	4	1,1
Lesión Músculos cuádriceps	4	1,1
Sesamoiditis 1º dedo pie	4	1,1
Sinovitis Cadera	4	1,1
Sd. Subacromial	4	1,1
Lesión Músculos Isquiotibiales	3	,8
Shin Splints/Periostitis Tibia	3	,8
Tendinopatía Tibial anterior	2	,5
Tendinopatía Tibial posterior	2	,5
Tendinopatía Bíceps femoral	2	,5
Tendinopatía Isquiotibiales	2	,5

Tendinopatía Extensor Largo 1º dedo pie	2	,5
Lesión Musculo Piramidal pelvis	2	,5
Fractura estrés Tibia	2	,5
MERD/MIRD	2	,5
Lesión músculo Tensor Fascia Lata	2	,5
Tendinopatía proximal Recto Anterior Muslo	2	,5
Sd Cintilla IlioTibial en cadera	1	,3
Epicondilitis	1	,3
Sd Sindin Larssen Johanssen / secuela de	1	,3
Bursitis MTTF 1º dedo pie	1	,3
Bursitis Rodilla	1	,3
Edema Hoffa	1	,3
Osteopatía Dinámica Pubis	1	,3
Espondilolisis/listesis	1	,3
Sd Impingement Anterior Tobillo	1	,3
Vertebra de transición /Espina bífida Lumbar	1	,3
Tendinopatía Extensor Común dedos pie	1	,3
Lesión muscular Glúteo medio	1	,3
Total	366	100,0

Tabla XV .Prevalencia de lesiones acumulativas por entidades clínica y sexo.

Entidad clínica		Sexo		
		Hombre	Mujer	Total
Tendinopatía Manguito Rotadores Hombro	Nº casos	4	0	4
	Prevalencia	2,3%	,0%	1,1%
Tendinopatía Psoas iliaco	Nº casos	2	6	8
	Prevalencia	1,2%	3,1%	2,2%
Tendinopatía Aductores	Nº casos	4	3	7
	Prevalencia	2,3%	1,5%	1,9%
Sd Cintilla IlioTibial en cadera	Nº casos	1	0	1
	Prevalencia	,6%	,0%	,3%
Tendinopatía Patelar	Nº casos	10	9	19
	Prevalencia	5,8%	4,6%	5,2%
Tendinopatía tendones Peroneos	Nº casos	4	8	12

	Prevalencia	2,3%	4,1%	3,3%
Tendinopatía Tibial anterior	Nº casos	0	2	2
	Prevalencia	,0%	1,0%	,5%
Tendinopatía Tibial posterior	Nº casos	1	1	2
	Prevalencia	,6%	,5%	,5%
Tendinopatía Flexor hallucis Longus	Nº casos	5	5	10
	Prevalencia	2,9%	2,6%	2,7%
Talalgia-Fascitis Plantar	Nº casos	5	3	8
	Prevalencia	2,9%	1,5%	2,2%
Tendinopatía Aquilea	Nº casos	15	10	25
	Prevalencia	8,8%	5,1%	6,8%
Tendinopatía Bíceps femoral	Nº casos	2	0	2
	Prevalencia	1,2%	,0%	,5%
Tendinopatía Isquiotibiales	Nº casos	1	1	2
	Prevalencia	,6%	,5%	,5%
Tendinopatía Extensor Largo 1º dedo pie	Nº casos	0	2	2
	Prevalencia	,0%	1,0%	,5%
Epicondilitis	Nº casos	1	0	1
	Prevalencia	,6%	,0%	,3%
Lesión Muscular cervical	Nº casos	1	8	9
	Prevalencia	,6%	4,1%	2,5%
Lesión Muscular dorsal	Nº casos	4	4	8
	Prevalencia	2,3%	2,1%	2,2%
Lesión Muscular lumbar	Nº casos	6	7	13
	Prevalencia	3,5%	3,6%	3,6%
Lesión Músculos Aductores	Nº casos	7	8	15
	Prevalencia	4,1%	4,1%	4,1%
Lesión Músculos cuádriceps	Nº casos	2	2	4
	Prevalencia	1,2%	1,0%	1,1%
Lesión Músculos Isquiotibiales	Nº casos	1	2	3
	Prevalencia	,6%	1,0%	,8%
Lesión Músculos Gemelos	Nº casos	4	5	9
	Prevalencia	2,3%	2,6%	2,5%
Lesión Musculo Piramidal pelvis	Nº casos	1	1	2
	Prevalencia	,6%	,5%	,5%
Shin Splints/Periostitis Tibia	Nº casos	2	1	3
	Prevalencia	1,2%	,5%	,8%
Sesamoiditis 1º dedo pie	Nº casos	0	4	4
	Prevalencia	,0%	2,1%	1,1%
Fractura Estrés 2º MT pie	Nº casos	0	7	7
	Prevalencia	,0%	3,6%	1,9%
Metatarsalgia	Nº casos	5	2	7
	Prevalencia	2,9%	1,0%	1,9%
Sd Sinding Larssen Johanssen/secuela de	Nº casos	1	0	1
	Prevalencia	,6%	,0%	,3%

Fractura estrés Tibia	Nº casos	0	2	2
	Prevalencia	,0%	1,0%	,5%
Discopatía Lumbar	Nº casos	7	3	10
	Prevalencia	4,1%	1,5%	2,7%
Sd. Femoro-Patelar	Nº casos	11	19	30
	Prevalencia	6,4%	9,7%	8,2%
Sd Os Trigonum	Nº casos	8	3	11
	Prevalencia	4,7%	1,5%	3,0%
Sobrecarga mecánica Articulación Lisfranc	Nº casos	0	5	5
	Prevalencia	,0%	2,6%	1,4%
Sobrecarga MTTF 1º dedo pie	Nº casos	12	4	16
	Prevalencia	7,0%	2,1%	4,4%
Bursitis MTTF 1º dedo pie	Nº casos	0	1	1
	Prevalencia	,0%	,5%	,3%
Bursitis Rodilla	Nº casos	1	0	1
	Prevalencia	,6%	,0%	,3%
MERD/MIRD	Nº casos	1	1	2
	Prevalencia	,6%	,5%	,5%
Sinovitis Cadera	Nº casos	1	3	4
	Prevalencia	,6%	1,5%	1,1%
Coxalgia Anterior	Nº casos	1	6	7
	Prevalencia	,6%	3,1%	1,9%
Esguince Crónico/sinovitis Tobillo	Nº casos	3	4	7
	Prevalencia	1,8%	2,1%	1,9%
Edema Hoffa	Nº casos	1	0	1
	Prevalencia	,6%	,0%	,3%
Sobrecarga IF1º dedo pie	Nº casos	2	4	6
	Prevalencia	1,2%	2,1%	1,6%
Condropatía Rodilla	Nº casos	7	4	11
	Prevalencia	4,1%	2,1%	3,0%
Osteopatía Dinámica Pubis	Nº casos	1	0	1
	Prevalencia	,6%	,0%	,3%
Clic/Cadera resalte Anterior	Nº casos	1	4	5
	Prevalencia	,6%	2,1%	1,4%
Clic/Cadera resalte lateral	Nº casos	3	7	10
	Prevalencia	1,8%	3,6%	2,7%
Sd. Subacromial	Nº casos	3	1	4
	Prevalencia	1,8%	,5%	1,1%
Discopatía Cervical	Nº casos	4	3	7
	Prevalencia	2,3%	1,5%	1,9%
Sd facetario Lumbar	Nº casos	3	4	7
	Prevalencia	1,8%	2,1%	1,9%
Lesión músculo Tensor Fascia Lata	Nº casos	1	1	2
	Prevalencia	,6%	,5%	,5%
Espondilolisis/listesis	Nº casos	1	0	1

	Prevalencia	,6%	,0%	,3%
Sd Impingement Anterior Tobillo	Nº casos	1	0	1
	Prevalencia	,6%	,0%	,3%
Lumbalgia Mecánica	Nº casos	8	11	19
	Prevalencia	4,7%	5,6%	5,2%
Vertebra de transición /Espina bífida Lumbar	Nº casos	1	0	1
	Prevalencia	,6%	,0%	,3%
Tendinopatía proximal Recto Anterior Muslo	Nº casos	0	2	2
	Prevalencia	,0%	1,0%	,5%
Tendinopatía Extensor Común dedos pie	Nº casos	0	1	1
	Prevalencia	,0%	,5%	,3%
Lesión muscular Glúteo medio	Nº casos	0	1	1
	Prevalencia	,0%	,5%	,3%
Total	Nº casos	171	195	366
	Prevalencia	100,0%	100,0%	100,0%

Tabla XVI .Prevalencia de lesiones acumulativas por entidad clínica agrupada y sexo

Entidades clínicas agrupadas		Sexo		
		Hombre	Mujer	Total
Patología femoro-patelar	Nº casos	22	28	50
	Prevalencia	12,9%	14,4%	13,7%
Lumbalgia	Nº casos	26	25	51
	Prevalencia	15,2%	12,8%	13,9%
Sobrecarga mecánica articular tobillo-pie	Nº casos	26	20	46
	Prevalencia	15,2%	10,3%	12,6%
Otras tendinopatias tobillo-pie	Nº casos	15	22	37
	Prevalencia	8,8%	11,3%	10,1%
Otras gonalgias	Nº casos	11	5	16
	Prevalencia	6,4%	2,6%	4,4%
Raquialgias no lumbares	Nº casos	9	15	24
	Prevalencia	5,3%	7,7%	6,6%
Cadera en resorte y coxalgia articular	Nº casos	6	20	26
	Prevalencia	3,5%	10,3%	7,1%
Tendinopatía aquilea	Nº casos	15	10	25
	Prevalencia	8,8%	5,1%	6,8%
Tendinopatía cadera-pelvis	Nº casos	10	12	22
	Prevalencia	5,8%	6,2%	6,0%
Otras lesiones articulares pie	Nº casos	0	1	1
	Prevalencia	,0%	,5%	,3%
Lesiones músculos aductores muslo	Nº casos	7	8	15

	Prevalencia	4,1%	4,1%	4,1%
Otras lesiones musculares muslo-cadera-pelvis	Nº casos	5	7	12
	Prevalencia	2,9%	3,6%	3,3%
Omalgia	Nº casos	7	1	8
	Prevalencia	4,1%	,5%	2,2%
Fenómenos de estrés óseo tibia y pie	Nº casos	2	10	12
	Prevalencia	1,2%	5,1%	3,3%
Otras lesiones musculares	Nº casos	4	5	9
	Prevalencia	2,3%	2,6%	2,5%
Otras sobrecargas mecánicas óseas pie	Nº casos	5	6	11
	Prevalencia	2,9%	3,1%	3,0%
Otras lesiones tendinosas	Nº casos	1	0	1
	Prevalencia	,6%	,0%	,3%
Total	Nº casos	171	195	366
	Prevalencia	100,0%	100,0%	100,0%

Por disciplinas, y tal y como se describe en las *tablas XVII, XVIII y XIX*, en general se debe destacar el **síndrome femoro-patelar** como la entidad clínica que fue más prevalente en *clásico* y *neoclásico*, siguiéndole en *clásico* y por este orden, las tendinopatías patelar y aquilea y las fracturas de estrés de la base del segundo metatarsiano del pie, y en *neoclásico* también la tendinopatía aquilea y un grupo heterogéneo de patologías que incluía las lesiones musculares cervicales o lumbares y las tendinopatías del grupo peroneo o del flexor largo del primer dedo del pie. Por lo que respecta al *contemporáneo*, destacar la **lumbalgia mecánica**, como la entidad clínica que resultó más prevalente, siguiéndole por este orden, la tendinopatía aquilea, la sobrecarga mecánica de la articulación metatarso-falángica del primer pie y la condropatía de rodilla. Por último, y también en general, en *español* destacaron las **lesiones de los músculos aductores**, como la principal lesión acumulativa en prevalencia, seguidas del síndrome femoro-patelar y las tendinopatías aquilea y patelar.

Por disciplinas y sexos, en *ballet clásico* destacaron en **ambos sexos** el **síndrome femoro-patelar** como principal lesión acumulativa en prevalencia, y también las tendinopatías patelar y aquilea, sobre todo la primera y más en hombres, siendo asimismo importante significar el papel de las fracturas de estrés de la base del segundo metatarsiano en mujeres.

Con respecto a las **mujeres**, y en *contemporáneo*, destacó la **lumbalgia mecánica**, como la primera lesión acumulativa en prevalencia junto a las tendinopatías del grupo peroneo, seguidas de la tendinopatía aquilea. Por lo que respecta a las mujeres de *español*, y como ocurría en *clásico*, el **síndrome femoro-patelar** fue la primera entidad clínica en prevalencia, seguida de las lesiones acumulativas de diferentes grupos musculares, por este orden, de los aductores del muslo y los de las regiones dorsal y lumbar de la espalda. También en mujeres, y en *neoclásico*, destacaron de nuevo las lesiones acumulativas musculares, en este caso de los **músculos gemelos y del raquis cervical**, como las más prevalentes junto a las que afectaron a los **tendones del grupo peroneo**.

En **hombres**, y además de lo referido con anterioridad al ballet clásico, destacar en *contemporáneo* las **sobrecargas mecánicas de la articulación metatarso-falángica del**

primer dedo como la entidad clínica acumulativa que resultó más prevalente, seguidas de un grupo con la misma prevalencia, entre las que podrían destacarse las discopatías lumbares, las condropatías de rodilla o la tendinopatía aquilea. En lo que respecta a la disciplina de *español*, y en hombres, destacar la **tendinopatía aquilea junto a las lesiones de los músculos aductores del muslo** como las lesiones acumulativas más prevalentes seguidas de las talalgias o discopatías lumbares entre otras, mientras que en *neoclásico* las lesiones acumulativas más prevalentes fueron el **síndrome femoro-patelar**, la tendinopatía aquilea y las lesiones por sobrecarga mecánica de la articulación metatarso-falángica del primer dedo del pie.

Como ya se indicó al describir los datos de la muestra general, fue la **distribución de lesiones por entidades clínicas agrupadas** la que mejor permitió valorar la significación estadística de los datos aportados, significación que de otra forma podría verse enmascarada. En este sentido, destacar de las tablas de lesiones acumulativas por entidades clínicas, que si bien del análisis de los resultados globales por disciplinas no se desprendió la existencia de significaciones estadísticas, cuando analizamos estos datos de una **forma agrupada**, si objetivamos, al analizar las diferentes agrupaciones lesionales entre si, la existencia de una *diferencia estadísticamente significativa en la distribución de prevalencias por disciplinas* ($p=0,002$, según la prueba de X^2).

Así, comprobamos la existencia de una prevalencia notablemente superior a la esperada de lesiones acumulativas relacionadas: *en clásico* con **patología femoro-patelar y fenómenos de estrés óseo de pierna y pie**; en *contemporáneo* con **omalgias, el grupo de otras gonalgias** que excluía los trastornos femoro-patelares, y las **sobrecargas mecánicas articulares del tobillo y pie**; *en español* con **las lesiones musculares del grupo aductor del muslo, del grupo de los músculos de la cadera y pelvis no aductores**, así como de las **raquialgias no lumbares**; no encontrando este tipo de hallazgos en la distribución de prevalencias en la disciplina de *neoclásico*.

Distribuyendo la prevalencia de **lesiones acumulativas agrupadas por disciplinas y también por sexos** (tablas XX, XXI y XXII), se observó, al comparar las prevalencias de los diferentes grupos lesionales entre si y también por sexos de manera independiente en cada disciplina estudiada, que *influyó el sexo en la distribución de prevalencias tanto en español como en neoclásico, objetivando en ambos, una diferencia estadísticamente significativa*, ($p=0,02$ y $p=0,006$ respectivamente, según el cálculo de la X^2). En este sentido, *se encontró entre las mujeres de neoclásico, una prevalencia marcadamente inferior a la esperada de las lesiones por sobrecarga mecánica del tobillo y pie y mayor de la esperada de el grupo de "otras tendinopatías de tobillo-pie. De la misma forma, y con respecto a la disciplina de español, se encontró entre los hombres una prevalencia mayor de la esperada de las lesiones por tendinopatía aquilea, contrariamente a lo hallado entre las mujeres de esta misma disciplina, donde la prevalencia de esta patología fue menor de la esperada.*

Tabla XVII. Prevalencia de lesiones acumulativas por entidad clínica y disciplina.

Entidad clínica		Disciplina				
		Clásico	Contemporáneo	Español	Neoclásico	Total
Tendinopatía Manguito Rotadores Hombro	Nº casos	0	2	2	0	4
	Prevalencia	,0%	1,8%	1,7%	,0%	1,1%
Tendinopatía Psoas iliaco	Nº casos	0	1	4	3	8

	Prevalencia	,0%	,9%	3,3%	5,0%	2,2%
Tendinopatía Aductores	Nº casos	2	0	5	0	7
	Prevalencia	2,6%	,0%	4,1%	,0%	1,9%
Sd Cintilla IlioTibial en cadera	Nº casos	0	0	1	0	1
	Prevalencia	,0%	,0%	,8%	,0%	,3%
Tendinopatía Patelar	Nº casos	8	3	6	2	19
	Prevalencia	10,5%	2,8%	5,0%	3,3%	5,2%
Tendinopatía tendones Peroneos	Nº casos	1	6	2	3	12
	Prevalencia	1,3%	5,5%	1,7%	5,0%	3,3%
Tendinopatía Tibial anterior	Nº casos	1	0	0	1	2
	Prevalencia	1,3%	,0%	,0%	1,7%	,5%
Tendinopatía Tibial posterior	Nº casos	0	1	1	0	2
	Prevalencia	,0%	,9%	,8%	,0%	,5%
Tendinopatía Flexor hallucis Longus	Nº casos	2	3	2	3	10
	Prevalencia	2,6%	2,8%	1,7%	5,0%	2,7%
Talalgia-Fascitis Plantar	Nº casos	2	1	4	1	8
	Prevalencia	2,6%	,9%	3,3%	1,7%	2,2%
Tendinopatía Aquilea	Nº casos	6	8	6	5	25
	Prevalencia	7,9%	7,3%	5,0%	8,3%	6,8%
Tendinopatía Bíceps femoral	Nº casos	0	2	0	0	2
	Prevalencia	,0%	1,8%	,0%	,0%	,5%
Tendinopatía Isquiotibiales	Nº casos	0	0	1	1	2
	Prevalencia	,0%	,0%	,8%	1,7%	,5%
Tendinopatía Extensor Largo 1º dedo pie	Nº casos	1	0	1	0	2
	Prevalencia	1,3%	,0%	,8%	,0%	,5%
Epicondilitis	Nº casos	0	1	0	0	1
	Prevalencia	,0%	,9%	,0%	,0%	,3%
Lesión Muscular cervical	Nº casos	1	2	3	3	9
	Prevalencia	1,3%	1,8%	2,5%	5,0%	2,5%
Lesión Muscular dorsal	Nº casos	1	1	6	0	8
	Prevalencia	1,3%	,9%	5,0%	,0%	2,2%
Lesión Muscular lumbar	Nº casos	1	4	5	3	13
	Prevalencia	1,3%	3,7%	4,1%	5,0%	3,6%
Lesión Músculos Aductores	Nº casos	3	0	11	1	15
	Prevalencia	3,9%	,0%	9,1%	1,7%	4,1%
Lesión Músculos cuádriceps	Nº casos	1	0	2	1	4
	Prevalencia	1,3%	,0%	1,7%	1,7%	1,1%
Lesión Músculos Isquiotibiales	Nº casos	0	1	2	0	3
	Prevalencia	,0%	,9%	1,7%	,0%	,8%
Lesión Músculos Gemelos	Nº casos	2	2	2	3	9
	Prevalencia	2,6%	1,8%	1,7%	5,0%	2,5%
Lesión Musculo Piramidal pelvis	Nº casos	0	0	2	0	2
	Prevalencia	,0%	,0%	1,7%	,0%	,5%
Shin Splints/Periostitis Tibia	Nº casos	0	0	2	1	3

	Prevalencia	,0%	,0%	1,7%	1,7%	,8%
Sesamoiditis 1º dedo pie	Nº casos	1	2	1	0	4
	Prevalencia	1,3%	1,8%	,8%	,0%	1,1%
Fractura Estrés 2º MT pie	Nº casos	4	3	0	0	7
	Prevalencia	5,3%	2,8%	,0%	,0%	1,9%
Metatarsalgia	Nº casos	1	3	2	1	7
	Prevalencia	1,3%	2,8%	1,7%	1,7%	1,9%
Sd Sindin Larssen Johanssen / secuela de	Nº casos	0	1	0	0	1
	Prevalencia	,0%	,9%	,0%	,0%	,3%
Fractura estrés Tibia	Nº casos	1	1	0	0	2
	Prevalencia	1,3%	,9%	,0%	,0%	,5%
Discopatía Lumbar	Nº casos	1	5	4	0	10
	Prevalencia	1,3%	4,6%	3,3%	,0%	2,7%
Sd. Femoro-Patelar	Nº casos	12	4	9	5	30
	Prevalencia	15,8%	3,7%	7,4%	8,3%	8,2%
Sd Os Trigonum	Nº casos	2	5	2	2	11
	Prevalencia	2,6%	4,6%	1,7%	3,3%	3,0%
Sobrecarga mecánica Articulación Lisfranc	Nº casos	2	3	0	0	5
	Prevalencia	2,6%	2,8%	,0%	,0%	1,4%
Sobrecarga MTTF 1º dedo pie	Nº casos	2	7	4	3	16
	Prevalencia	2,6%	6,4%	3,3%	5,0%	4,4%
Bursitis MTTF 1º dedo pie	Nº casos	0	0	0	1	1
	Prevalencia	,0%	,0%	,0%	1,7%	,3%
Bursitis Rodilla	Nº casos	0	1	0	0	1
	Prevalencia	,0%	,9%	,0%	,0%	,3%
MERD/MIRD	Nº casos	0	2	0	0	2
	Prevalencia	,0%	1,8%	,0%	,0%	,5%
Sinovitis Cadera	Nº casos	1	2	0	1	4
	Prevalencia	1,3%	1,8%	,0%	1,7%	1,1%
Coxalgia Anterior	Nº casos	1	3	2	1	7
	Prevalencia	1,3%	2,8%	1,7%	1,7%	1,9%
Esguince Crónico/sinovitis Tobillo	Nº casos	3	2	1	1	7
	Prevalencia	3,9%	1,8%	,8%	1,7%	1,9%
Edema Hoffa	Nº casos	1	0	0	0	1
	Prevalencia	1,3%	,0%	,0%	,0%	,3%
Sobrecarga IF1º dedo pie	Nº casos	1	2	1	2	6
	Prevalencia	1,3%	1,8%	,8%	3,3%	1,6%
Condropatía Rodilla	Nº casos	0	6	3	2	11
	Prevalencia	,0%	5,5%	2,5%	3,3%	3,0%
Osteopatía Dinámica Pubis	Nº casos	1	0	0	0	1
	Prevalencia	1,3%	,0%	,0%	,0%	,3%
Clic/Cadera resalte Anterior	Nº casos	0	3	1	1	5
	Prevalencia	,0%	2,8%	,8%	1,7%	1,4%
Clic/Cadera resalte lateral	Nº casos	4	0	5	1	10
	Prevalencia	5,3%	,0%	4,1%	1,7%	2,7%
Sd. Subacromial	Nº casos	0	2	0	2	4
	Prevalencia	,0%	1,8%	,0%	3,3%	1,1%
Discopatía Cervical	Nº casos	0	2	4	1	7

	Prevalencia	,0%	1,8%	3,3%	1,7%	1,9%
Sd facetario Lumbar	Nº casos	2	0	5	0	7
	Prevalencia	2,6%	,0%	4,1%	,0%	1,9%
Lesión músculo Tensor Fascia Lata	Nº casos	0	1	1	0	2
	Prevalencia	,0%	,9%	,8%	,0%	,5%
Espondilolisis/listesis	Nº casos	0	1	0	0	1
	Prevalencia	,0%	,9%	,0%	,0%	,3%
Sd Impingement Anterior Tobillo	Nº casos	0	1	0	0	1
	Prevalencia	,0%	,9%	,0%	,0%	,3%
Lumbalgia Mecánica	Nº casos	3	9	5	2	19
	Prevalencia	3,9%	8,3%	4,1%	3,3%	5,2%
Vertebra de transición /Espina bífida Lumbar	Nº casos	0	0	0	1	1
	Prevalencia	,0%	,0%	,0%	1,7%	,3%
Tendinopatía proximal Recto Anterior Muslo	Nº casos	1	0	0	1	2
	Prevalencia	1,3%	,0%	,0%	1,7%	,5%
Tendinopatía Extensor Común dedos pie	Nº casos	0	0	0	1	1
	Prevalencia	,0%	,0%	,0%	1,7%	,3%
Lesión muscular Glúteo medio	Nº casos	0	0	1	0	1
	Prevalencia	,0%	,0%	,8%	,0%	,3%
Total	Nº casos	76	109	121	60	366
	Prevalencia	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%

*Tabla XVIII.*Prevalencia de lesiones acumulativas por entidad clínica y disciplina en hombres.

Entidad clínica		Disciplina				
		Clásico	Contemporáneo	Español	Neoclásico	Total
Tendinopatía Manguito Rotadores Hombro	Nº casos	0	2	2	0	4
	Prevalencia	,0%	3,3%	3,2%	,0%	2,3%
Tendinopatía Psoas iliaco	Nº casos	0	0	1	1	2
	Prevalencia	,0%	,0%	1,6%	4,2%	1,2%
Tendinopatía Aductores	Nº casos	1	0	3	0	4
	Prevalencia	4,0%	,0%	4,8%	,0%	2,3%
Sd Cintilla IlioTibial en cadera	Nº casos	0	0	1	0	1
	Prevalencia	,0%	,0%	1,6%	,0%	,6%
Tendinoaptia Patelar	Nº casos	4	2	2	2	10
	Prevalencia	16,0%	3,3%	3,2%	8,3%	5,8%
Tendinopatía tendones Peroneos	Nº casos	1	1	2	0	4
	Prevalencia	4,0%	1,7%	3,2%	,0%	2,3%
Tendinopatía Tibial posterior	Nº casos	0	0	1	0	1
	Prevalencia	,0%	,0%	1,6%	,0%	,6%
Tendinopatía Flexor hallucis Longus	Nº casos	0	3	1	1	5

	Prevalencia	,0%	5,0%	1,6%	4,2%	2,9%
Talalgia-Fascitis Plantar	Nº casos	1	1	3	0	5
	Prevalencia	4,0%	1,7%	4,8%	,0%	2,9%
Tendinopatía Aquilea	Nº casos	2	4	6	3	15
	Prevalencia	8,0%	6,7%	9,7%	12,5%	8,8%
Tendinopatía Bíceps femoral	Nº casos	0	2	0	0	2
	Prevalencia	,0%	3,3%	,0%	,0%	1,2%
Tendinopatía Isquiotibiales	Nº casos	0	0	1	0	1
	Prevalencia	,0%	,0%	1,6%	,0%	,6%
Epicondilitis	Nº casos	0	1	0	0	1
	Prevalencia	,0%	1,7%	,0%	,0%	,6%
Lesión Muscular cervical	Nº casos	0	1	0	0	1
	Prevalencia	,0%	1,7%	,0%	,0%	,6%
Lesión Muscular dorsal	Nº casos	1	1	2	0	4
	Prevalencia	4,0%	1,7%	3,2%	,0%	2,3%
Lesión Muscular lumbar	Nº casos	1	2	1	2	6
	Prevalencia	4,0%	3,3%	1,6%	8,3%	3,5%
Lesión Músculos Aductores	Nº casos	1	0	6	0	7
	Prevalencia	4,0%	,0%	9,7%	,0%	4,1%
Lesión Músculos cuádriceps	Nº casos	0	0	1	1	2
	Prevalencia	,0%	,0%	1,6%	4,2%	1,2%
Lesión Músculos Isquiotibiales	Nº casos	0	1	0	0	1
	Prevalencia	,0%	1,7%	,0%	,0%	,6%
Lesión Músculos Gemelos	Nº casos	1	1	2	0	4
	Prevalencia	4,0%	1,7%	3,2%	,0%	2,3%
Lesión Musculo Piramidal pelvis	Nº casos	0	0	1	0	1
	Prevalencia	,0%	,0%	1,6%	,0%	,6%
Shin Splints/Periostitis Tibia	Nº casos	0	0	2	0	2
	Prevalencia	,0%	,0%	3,2%	,0%	1,2%
Metatarsalgia	Nº casos	1	2	1	1	5
	Prevalencia	4,0%	3,3%	1,6%	4,2%	2,9%
Sd Sindin Larssen Johanssen / secuela de	Nº casos	0	1	0	0	1
	Prevalencia	,0%	1,7%	,0%	,0%	,6%
Discopatía Lumbar	Nº casos	0	4	3	0	7
	Prevalencia	,0%	6,7%	4,8%	,0%	4,1%
Sd. Femoro-Patelar	Nº casos	4	1	3	3	11
	Prevalencia	16,0%	1,7%	4,8%	12,5%	6,4%
Sd Os Trigonum	Nº casos	1	4	1	2	8
	Prevalencia	4,0%	6,7%	1,6%	8,3%	4,7%
Sobrecarga MTTF 1º dedo pie	Nº casos	2	6	1	3	12
	Prevalencia	8,0%	10,0%	1,6%	12,5%	7,0%
Bursitis Rodilla	Nº casos	0	1	0	0	1
	Prevalencia	,0%	1,7%	,0%	,0%	,6%
MERD/MIRD	Nº casos	0	1	0	0	1
	Prevalencia	,0%	1,7%	,0%	,0%	,6%
Sinovitis Cadera	Nº casos	0	1	0	0	1
	Prevalencia	,0%	1,7%	,0%	,0%	,6%

Coxalgia Anterior	Nº casos	0	1	0	0	1
	Prevalencia	,0%	1,7%	,0%	,0%	,6%
Esguince Crónico/sinovitis Tobillo	Nº casos	1	1	1	0	3
	Prevalencia	4,0%	1,7%	1,6%	,0%	1,8%
Edema Hoffa	Nº casos	1	0	0	0	1
	Prevalencia	4,0%	,0%	,0%	,0%	,6%
Sobrecarga IF1º dedo pie	Nº casos	0	0	0	2	2
	Prevalencia	,0%	,0%	,0%	8,3%	1,2%
Condropatía Rodilla	Nº casos	0	4	3	0	7
	Prevalencia	,0%	6,7%	4,8%	,0%	4,1%
Osteopatía Dinámica Pubis	Nº casos	1	0	0	0	1
	Prevalencia	4,0%	,0%	,0%	,0%	,6%
Clic/Cadera resalte Anterior	Nº casos	0	1	0	0	1
	Prevalencia	,0%	1,7%	,0%	,0%	,6%
Clic/Cadera resalte lateral	Nº casos	1	0	2	0	3
	Prevalencia	4,0%	,0%	3,2%	,0%	1,8%
Sd. Subacromial	Nº casos	0	1	0	2	3
	Prevalencia	,0%	1,7%	,0%	8,3%	1,8%
Discopatía Cervical	Nº casos	0	2	2	0	4
	Prevalencia	,0%	3,3%	3,2%	,0%	2,3%
Sd facetario Lumbar	Nº casos	0	0	3	0	3
	Prevalencia	,0%	,0%	4,8%	,0%	1,8%
Lesión músculo Tensor Fascia Lata	Nº casos	0	1	0	0	1
	Prevalencia	,0%	1,7%	,0%	,0%	,6%
Espondilolisis/listesis	Nº casos	0	1	0	0	1
	Prevalencia	,0%	1,7%	,0%	,0%	,6%
Sd Impingement Anterior Tobillo	Nº casos	0	1	0	0	1
	Prevalencia	,0%	1,7%	,0%	,0%	,6%
Lumbalgia Mecánica	Nº casos	0	4	4	0	8
	Prevalencia	,0%	6,7%	6,5%	,0%	4,7%
Vertebra de transición /Espina bífida Lumbar	Nº casos	0	0	0	1	1
	Prevalencia	,0%	,0%	,0%	4,2%	,6%
Total	Nº casos	25	60	62	24	171
	Prevalencia	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%

Tabla XIX. Prevalencia de lesiones acumulativas por entidad clínica y disciplina en mujeres

Entidad clínica		Disciplina				
		Clásico	Contemporáneo	Español	Neoclásico	Total
Tendinopatía Psoas iliaco	Nº casos	0	1	3	2	6
	Prevalencia	,0%	2,0%	5,1%	5,6%	3,1%
Tendinopatía Aductores	Nº casos	1	0	2	0	3
	Prevalencia	2,0%	,0%	3,4%	,0%	1,5%
Tendinopatía Patelar	Nº casos	4	1	4	0	9
	Prevalencia	7,8%	2,0%	6,8%	,0%	4,6%

Tendinopatía tendones Peroneos	Nº casos	0	5	0	3	8
	Prevalencia	,0%	10,2%	,0%	8,3%	4,1%
Tendinopatía Tibial anterior	Nº casos	1	0	0	1	2
	Prevalencia	2,0%	,0%	,0%	2,8%	1,0%
Tendinopatía Tibial posterior	Nº casos	0	1	0	0	1
	Prevalencia	,0%	2,0%	,0%	,0%	,5%
Tendinopatía Flexor hallucis Longus	Nº casos	2	0	1	2	5
	Prevalencia	3,9%	,0%	1,7%	5,6%	2,6%
Talalgia-Fascitis Plantar	Nº casos	1	0	1	1	3
	Prevalencia	2,0%	,0%	1,7%	2,8%	1,5%
Tendinopatía Aquilea	Nº casos	4	4	0	2	10
	Prevalencia	7,8%	8,2%	,0%	5,6%	5,1%
Tendinopatía Isquiotibiales	Nº casos	0	0	0	1	1
	Prevalencia	,0%	,0%	,0%	2,8%	,5%
Tendinopatía Extensor Largo 1º dedo pie	Nº casos	1	0	1	0	2
	Prevalencia	2,0%	,0%	1,7%	,0%	1,0%
Lesión Muscular cervical	Nº casos	1	1	3	3	8
	Prevalencia	2,0%	2,0%	5,1%	8,3%	4,1%
Lesión Muscular dorsal	Nº casos	0	0	4	0	4
	Prevalencia	,0%	,0%	6,8%	,0%	2,1%
Lesión Muscular lumbar	Nº casos	0	2	4	1	7
	Prevalencia	,0%	4,1%	6,8%	2,8%	3,6%
Lesión Músculos Aductores	Nº casos	2	0	5	1	8
	Prevalencia	3,9%	,0%	8,5%	2,8%	4,1%
Lesión Músculos cuádriceps	Nº casos	1	0	1	0	2
	Prevalencia	2,0%	,0%	1,7%	,0%	1,0%
Lesión Músculos Isquiotibiales	Nº casos	0	0	2	0	2
	Prevalencia	,0%	,0%	3,4%	,0%	1,0%
Lesión Músculos Gemelos	Nº casos	1	1	0	3	5
	Prevalencia	2,0%	2,0%	,0%	8,3%	2,6%
Lesión Musculo Piramidal pelvis	Nº casos	0	0	1	0	1
	Prevalencia	,0%	,0%	1,7%	,0%	,5%
Shin Splints/Periostitis Tibia	Nº casos	0	0	0	1	1
	Prevalencia	,0%	,0%	,0%	2,8%	,5%
Sesamoiditis 1º dedo pie	Nº casos	1	2	1	0	4
	Prevalencia	2,0%	4,1%	1,7%	,0%	2,1%
Fractura Estrés 2º MT pie	Nº casos	4	3	0	0	7
	Prevalencia	7,8%	6,1%	,0%	,0%	3,6%
Metatarsalgia	Nº casos	0	1	1	0	2
	Prevalencia	,0%	2,0%	1,7%	,0%	1,0%
Fractura estrés Tibia	Nº casos	1	1	0	0	2
	Prevalencia	2,0%	2,0%	,0%	,0%	1,0%
Discopatía Lumbar	Nº casos	1	1	1	0	3
	Prevalencia	2,0%	2,0%	1,7%	,0%	1,5%
Sd. Femoro-Patelar	Nº casos	8	3	6	2	19
	Prevalencia	15,7%	6,1%	10,2%	5,6%	9,7%

Sd Os Trigonum	Nº casos	1	1	1	0	3
	Prevalencia	2,0%	2,0%	1,7%	,0%	1,5%
Sobrecarga mecánica Articulación Lisfranc	Nº casos	2	3	0	0	5
	Prevalencia	3,9%	6,1%	,0%	,0%	2,6%
Sobrecarga MTTF 1º dedo pie	Nº casos	0	1	3	0	4
	Prevalencia	,0%	2,0%	5,1%	,0%	2,1%
Bursitis MTTF 1º dedo pie	Nº casos	0	0	0	1	1
	Prevalencia	,0%	,0%	,0%	2,8%	,5%
MERD/MIRD	Nº casos	0	1	0	0	1
	Prevalencia	,0%	2,0%	,0%	,0%	,5%
Sinovitis Cadera	Nº casos	1	1	0	1	3
	Prevalencia	2,0%	2,0%	,0%	2,8%	1,5%
Coxalgia Anterior	Nº casos	1	2	2	1	6
	Prevalencia	2,0%	4,1%	3,4%	2,8%	3,1%
Esguince Crónico/sinovitis Tobillo	Nº casos	2	1	0	1	4
	Prevalencia	3,9%	2,0%	,0%	2,8%	2,1%
Sobrecarga IF1º dedo pie	Nº casos	1	2	1	0	4
	Prevalencia	2,0%	4,1%	1,7%	,0%	2,1%
Condropatía Rodilla	Nº casos	0	2	0	2	4
	Prevalencia	,0%	4,1%	,0%	5,6%	2,1%
Clic/Cadera resalte Anterior	Nº casos	0	2	1	1	4
	Prevalencia	,0%	4,1%	1,7%	2,8%	2,1%
Clic/Cadera resalte lateral	Nº casos	3	0	3	1	7
	Prevalencia	5,9%	,0%	5,1%	2,8%	3,6%
Sd. Subacromial	Nº casos	0	1	0	0	1
	Prevalencia	,0%	2,0%	,0%	,0%	,5%
Discopatía Cervical	Nº casos	0	0	2	1	3
	Prevalencia	,0%	,0%	3,4%	2,8%	1,5%
Sd facetario Lumbar	Nº casos	2	0	2	0	4
	Prevalencia	3,9%	,0%	3,4%	,0%	2,1%
Lesión músculo Tensor Fascia Lata	Nº casos	0	0	1	0	1
	Prevalencia	,0%	,0%	1,7%	,0%	,5%
Lumbalgia Mecánica	Nº casos	3	5	1	2	11
	Prevalencia	5,9%	10,2%	1,7%	5,6%	5,6%
Tendinopatía proximal Recto Anterior Muslo	Nº casos	1	0	0	1	2
	Prevalencia	2,0%	,0%	,0%	2,8%	1,0%
Tendinopatía Extensor Común dedos pie	Nº casos	0	0	0	1	1
	Prevalencia	,0%	,0%	,0%	2,8%	,5%
Lesión muscular Glúteo medio	Nº casos	0	0	1	0	1
	Prevalencia	,0%	,0%	1,7%	,0%	,5%
Total	Nº casos	51	49	59	36	195
	Prevalencia	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%

Tabla XX. Prevalencia de lesiones acumulativas por entidad clínica agrupada y disciplina.

Agrupación de entidades clínicas		Disciplina				
		Clásico	Contemporáneo	Español	Neoclásico	Total
Patología femoro-patelar	Nº casos	20	8	15	7	50
	Prevalencia	26,3%	7,3%	12,4%	11,7%	13,7%
Lumbalgia	Nº casos	7	19	19	6	51
	Prevalencia	9,2%	17,4%	15,7%	10,0%	13,9%
Sobrecarga mecánica articular tobillo-pie	Nº casos	10	20	8	8	46
	Prevalencia	13,2%	18,3%	6,6%	13,3%	12,6%
Otras tendinopatías tobillo-pie	Nº casos	7	11	10	9	37
	Prevalencia	9,2%	10,1%	8,3%	15,0%	10,1%
Otras gonalgias	Nº casos	1	10	3	2	16
	Prevalencia	1,3%	9,2%	2,5%	3,3%	4,4%
Raquialgias no lumbares	Nº casos	2	5	13	4	24
	Prevalencia	2,6%	4,6%	10,7%	6,7%	6,6%
Cadera en resorte y coxalgia articular	Nº casos	6	8	8	4	26
	Prevalencia	7,9%	7,3%	6,6%	6,7%	7,1%
Tendinopatía aquilea	Nº casos	6	8	6	5	25
	Prevalencia	7,9%	7,3%	5,0%	8,3%	6,8%
Tendinopatía cadera-pelvis	Nº casos	4	2	11	5	22
	Prevalencia	5,3%	1,8%	9,1%	8,3%	6,0%
Otras lesiones articulares pie	Nº casos	0	0	0	1	1
	Prevalencia	,0%	,0%	,0%	1,7%	,3%
Lesiones músculos aductores muslo	Nº casos	3	0	11	1	15
	Prevalencia	3,9%	,0%	9,1%	1,7%	4,1%
Otras lesiones musculares muslo-cadera-pelvis	Nº casos	1	2	8	1	12
	Prevalencia	1,3%	1,8%	6,6%	1,7%	3,3%
Omalgia	Nº casos	0	4	2	2	8
	Prevalencia	,0%	3,7%	1,7%	3,3%	2,2%
Fenómenos de estrés óseo tibia y pie	Nº casos	5	4	2	1	12
	Prevalencia	6,6%	3,7%	1,7%	1,7%	3,3%
Otras lesiones musculares	Nº casos	2	2	2	3	9
	Prevalencia	2,6%	1,8%	1,7%	5,0%	2,5%
Otras sobrecargas mecánicas óseas pie	Nº casos	2	5	3	1	11
	Prevalencia	2,6%	4,6%	2,5%	1,7%	3,0%
Otras lesiones tendinosas	Nº casos	0	1	0	0	1
	Prevalencia	,0%	,9%	,0%	,0%	,3%
Total	Nº casos	76	109	121	60	366
	Prevalencia	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%

Tabla XXI. Prevalencia de lesiones acumulativas por entidad clínica agrupada y disciplina en hombres.

Agrupación de entidades clínicas		Disciplina				
		Clásico	Contemporáneo	Español	Neoclásico	Total
Patología femoro-patelar	Nº casos	8	4	5	5	22
	Prevalencia	32,0%	6,7%	8,1%	20,8%	12,9%
Lumbalgia	Nº casos	1	11	11	3	26
	Prevalencia	4,0%	18,3%	17,7%	12,5%	15,2%
Sobrecarga mecánica articular tobillo-pie	Nº casos	4	12	3	7	26
	Prevalencia	16,0%	20,0%	4,8%	29,2%	15,2%
Otras tendinopatías tobillo-pie	Nº casos	2	5	7	1	15
	Prevalencia	8,0%	8,3%	11,3%	4,2%	8,8%
Otras gonalgias	Nº casos	1	7	3	0	11
	Prevalencia	4,0%	11,7%	4,8%	,0%	6,4%
Raquiálgias no lumbares	Nº casos	1	4	4	0	9
	Prevalencia	4,0%	6,7%	6,5%	,0%	5,3%
Cadera en resorte y coxalgia articular	Nº casos	1	3	2	0	6
	Prevalencia	4,0%	5,0%	3,2%	,0%	3,5%
Tendinopatía aquilea	Nº casos	2	4	6	3	15
	Prevalencia	8,0%	6,7%	9,7%	12,5%	8,8%
Tendinopatía cadera-pelvis	Nº casos	2	1	6	1	10
	Prevalencia	8,0%	1,7%	9,7%	4,2%	5,8%
Lesiones músculos aductores muslo	Nº casos	1	0	6	0	7
	Prevalencia	4,0%	,0%	9,7%	,0%	4,1%
Otras lesiones musculares muslo-cadera-pelvis	Nº casos	0	2	2	1	5
	Prevalencia	,0%	3,3%	3,2%	4,2%	2,9%
Omálgia	Nº casos	0	3	2	2	7
	Prevalencia	,0%	5,0%	3,2%	8,3%	4,1%
Fenómenos de estrés óseo tibia y pie	Nº casos	0	0	2	0	2
	Prevalencia	,0%	,0%	3,2%	,0%	1,2%
Otras lesiones musculares	Nº casos	1	1	2	0	4
	Prevalencia	4,0%	1,7%	3,2%	,0%	2,3%
Otras sobrecargas mecánicas óseas pie	Nº casos	1	2	1	1	5
	Prevalencia	4,0%	3,3%	1,6%	4,2%	2,9%
Otras lesiones tendinosas	Nº casos	0	1	0	0	1
	Prevalencia	,0%	1,7%	,0%	,0%	,6%
Total	Nº casos	25	60	62	24	171
	Prevalencia	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%

Tabla XXII. Prevalencia de lesiones acumulativas por entidad clínica agrupada y disciplina en mujeres

Agrupación de entidades clínicas		Disciplina				
		Clásico	Contemporáneo	Español	Neoclásico	Total
Patología femoro-patelar	Nº casos	12	4	10	2	28
	Prevalencia	23,5%	8,2%	16,9%	5,6%	14,4%
Lumbalgia	Nº casos	6	8	8	3	25
	Prevalencia	11,8%	16,3%	13,6%	8,3%	12,8%
Sobrecarga mecánica articular tobillo-pie	Nº casos	6	8	5	1	20
	Prevalencia	11,8%	16,3%	8,5%	2,8%	10,3%
Otras tendinopatías tobillo-pie	Nº casos	5	6	3	8	22
	Prevalencia	9,8%	12,2%	5,1%	22,2%	11,3%
Otras gonalgias	Nº casos	0	3	0	2	5
	Prevalencia	,0%	6,1%	,0%	5,6%	2,6%
Raquialgias no lumbares	Nº casos	1	1	9	4	15
	Prevalencia	2,0%	2,0%	15,3%	11,1%	7,7%
Cadera en resorte y coxalgia articular	Nº casos	5	5	6	4	20
	Prevalencia	9,8%	10,2%	10,2%	11,1%	10,3%
Tendinopatía aquilea	Nº casos	4	4	0	2	10
	Prevalencia	7,8%	8,2%	,0%	5,6%	5,1%
Tendinopatía cadera-pelvis	Nº casos	2	1	5	4	12
	Prevalencia	3,9%	2,0%	8,5%	11,1%	6,2%
Otras lesiones articulares pie	Nº casos	0	0	0	1	1
	Prevalencia	,0%	,0%	,0%	2,8%	,5%
Lesiones músculos aductores muslo	Nº casos	2	0	5	1	8
	Prevalencia	3,9%	,0%	8,5%	2,8%	4,1%
Otras lesiones musculares muslo-cadera-pelvis	Nº casos	1	0	6	0	7
	Prevalencia	2,0%	,0%	10,2%	,0%	3,6%
Omalgia	Nº casos	0	1	0	0	1
	Prevalencia	,0%	2,0%	,0%	,0%	,5%
Fenómenos de estrés óseo tibia y pie	Nº casos	5	4	0	1	10
	Prevalencia	9,8%	8,2%	,0%	2,8%	5,1%
Otras lesiones musculares	Nº casos	1	1	0	3	5
	Prevalencia	2,0%	2,0%	,0%	8,3%	2,6%
Otras sobrecargas mecánicas óseas pie	Nº casos	1	3	2	0	6
	Prevalencia	2,0%	6,1%	3,4%	,0%	3,1%
Total	Nº casos	51	49	59	36	195
	Prevalencia	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%

5.1.3.- Prevalencia de lesiones acumulativas en función de la localización anatómica

Una vez analizada la prevalencia de lesiones acumulativas por entidades clínicas, en la *tabla XXIII*, observamos las diferencias existentes entre las prevalencias de lesiones agudas y acumulativas por localizaciones anatómicas, *objetivándose de los resultados obtenidos, al analizar las prevalencias de todas ellas entre si, una significación estadística* ($p < 0,0001$, según el cálculo de la X^2) en relación con una prevalencia superior a la esperada de **lesiones acumulativas de cadera y columna**, así como de una prevalencia de **lesiones acumulativas de tobillo muy inferior a la esperada**.

Tabla XXIII. Diferencias entre la prevalencia de las lesiones por la localización anatómica y la etiopatogenia.

Localización	Prevalencia de Lesiones acumulativas/agudas y otras		
	Lesión aguda y otras (N)	Lesión acumulativa (N)	Total (N)
Tronco	4,2% (5)	,0% (0)	1,0% (5)
Columna	5,0% (6)	20,5% (75)	16,7% (81)
Cadera	,8% (1)	10,4% (38)	8,0% (39)
Muslo	1,7% (2)	6,0% (22)	4,9% (24)
Rodilla	17,5% (21)	18,0% (66)	17,9% (87)
Pierna	,8% (1)	3,8% (14)	3,1% (15)
Tobillo	39,2% (47)	19,9% (73)	24,7% (120)
Pie	18,3% (22)	14,8% (54)	15,6% (76)
Hombro	4,2% (5)	2,2% (8)	2,7% (13)
MMSS	5,8% (7)	,3% (1)	1,6% (8)
Pelvis	,8% (1)	4,1% (15)	3,3% (16)
Cráneo/cara	1,7% (2)	,0% (0)	,4% (2)
Total	100% (120)	100,0% (366)	100,0% (486)

(N) Entre paréntesis el número de casos

Con respecto a las lesiones acumulativas, en las *tablas XXIV y XXV*, y *gráfico nº 11*, se observan los resultados obtenidos del análisis de su prevalencia en relación con su **localización anatómica**. Así se evidencia en general, al comparar las prevalencias de estas lesiones por localizaciones anatómicas entre sí, una *diferencia estadísticamente significativa* ($p < 0,0001$, según el cálculo de la X^2) en la *distribución de prevalencias por localizaciones anatómicas*, objetivando una mayor prevalencia de lesiones de **columna, tobillo, rodilla y pie** por este orden con respecto a otras localizaciones, aunque no obstante en *hombres* la principal articulación afectada fue el **tobillo**, destacando en *mujeres* también la prevalencia de lesiones acumulativas de cadera, muy similar a la del pie.

Tabla XXIV. Distribución de frecuencias por localización anatómica y entidad clínica.

Entidad clínica	Localización										Total
	Columna	Cadera	Muslo	Rodilla	Pierna	Tobillo	Pie	Hombro	MMSS	Pelvis	Columna
Tendinopatía Manguito Rotadores Hombro	0	0	0	0	0	0	0	4	0	0	4
Tendinopatía Psoas iliaco	0	8	0	0	0	0	0	0	0	0	8
Tendinopatía Aductores	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7	7
Sd Cintilla IlioTibial en cadera	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Tendinoaptia Patelar	0	0	0	19	0	0	0	0	0	0	19
Tendinopatía tendones Peroneos	0	0	0	0	0	12	0	0	0	0	12
Tendinopatía Tibial anterior	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	2
Tendinopatía Tibial posterior	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	2
Tendinopatía Flexor hallucis Longus	0	0	0	0	0	10	0	0	0	0	10
Talalgia-Fascitis Plantar	0	0	0	0	0	0	8	0	0	0	8
Tendinopatía Aquilea	0	0	0	0	0	25	0	0	0	0	25
Tendinopatía Bíceps femoral	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	2
Tendinopatía Isquiotibiales	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	2
Tendinopatía Extensor Largo 1º dedo pie	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	2
Epicondilitis	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1
Lesión Muscular cervical	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9
Lesión Muscular dorsal	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8
Lesión Muscular lumbar	13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	13
Lesión Músculos Aductores	0	0	15	0	0	0	0	0	0	0	15
Lesión Músculos cuádriceps	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	4
Lesión Músculos Isquiotibiales	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	3

Lesión Músculos Gemelos	0	0	0	0	9	0	0	0	0	0	9
Lesión Musculo Piramidal pelvis	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	2
Shin Splints/Periostitis Tibia	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	3
Sesamoiditis 1º dedo pie	0	0	0	0	0	0	4	0	0	0	4
Fractura Estrés 2º MT pie	0	0	0	0	0	0	7	0	0	0	7
Metatarsalgia	0	0	0	0	0	0	7	0	0	0	7
Sd Sindin Larssen Johanssen / secuela de	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1
Fractura estrés Tibia	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	2
Discopatía Lumbar	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10
Sd. Femoro-Patelar	0	0	0	30	0	0	0	0	0	0	30
Sd Os Trigonum	0	0	0	0	0	11	0	0	0	0	11
Sobrecarga mecánica Articulación Lisfranc	0	0	0	0	0	0	5	0	0	0	5
Sobrecarga MTTF 1º dedo pie	0	0	0	0	0	0	16	0	0	0	16
Bursitis MTTF 1º dedo pie	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1
Bursitis Rodilla	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1
ME/MI rodilla	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	2
Sinovitis Cadera	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	4
Coxalgia Anterior	0	7	0	0	0	0	0	0	0	0	7
Esguince Crónico/sinovitis Tobillo	0	0	0	0	0	7	0	0	0	0	7
Edema Hoffa	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1
Sobrecarga IF1º dedo pie	0	0	0	0	0	0	6	0	0	0	6
Condropatía Rodilla	0	0	0	11	0	0	0	0	0	0	11
Osteopatía Dinámica Pubis	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
Clic/Cadera resalte Anterior	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0	5
Clic/Cadera resalte lateral	0	10	0	0	0	0	0	0	0	0	10
Sd. Subacromial	0	0	0	0	0	0	0	4	0	0	4
Discopatía Cervical	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7
Sd facetario Lumbar	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7
Lesión músculo Tensor Fascia Lata	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	2
Espondilolisis/listesis	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Sd Impingement Anterior Tobillo	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1
Lumbalgia Mecánica	19	0	0	0	0	0	0	0	0	0	19
Vertebra de transición /Espina bífida Lumbar	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1

Tendinopatía proximal Recto Anterior Muslo	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	2
Tendinopatía Extensor Común dedos pie	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1
Lesión muscular Glúteo medio	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Total	75	38	22	66	14	73	54	8	1	15	366

Tabla XXV. Prevalencia por localización anatómica y sexo.

Localización	Sexo				GLOBAL	
	Hombre		Mujer		Total	
	N	%	N	%	N	%
Columna	36	20,5%	40	20,5%	76	20,5%
Cadera	14	5,8%	32	14,4%	46	10,4%
Muslo	10	5,8%	14	6,2%	24	6,0%
Rodilla	33	19,3%	33	16,9%	66	18,0%
Pierna	6	3,5%	7	4,1%	13	3,8%
Tobillo	36	21,6%	38	18,5%	74	19,9%
Pie	25	14,0%	28	15,4%	53	14,8%
Hombro	7	4,1%	1	0,5%	8	2,2%
MMSS	1	0,6%	0	0%	1	0,3%
Pelvis	3	4,7%	2	3,6%	5	4,1%
Total	171	100,0%	195	100,0%	366	100,0%

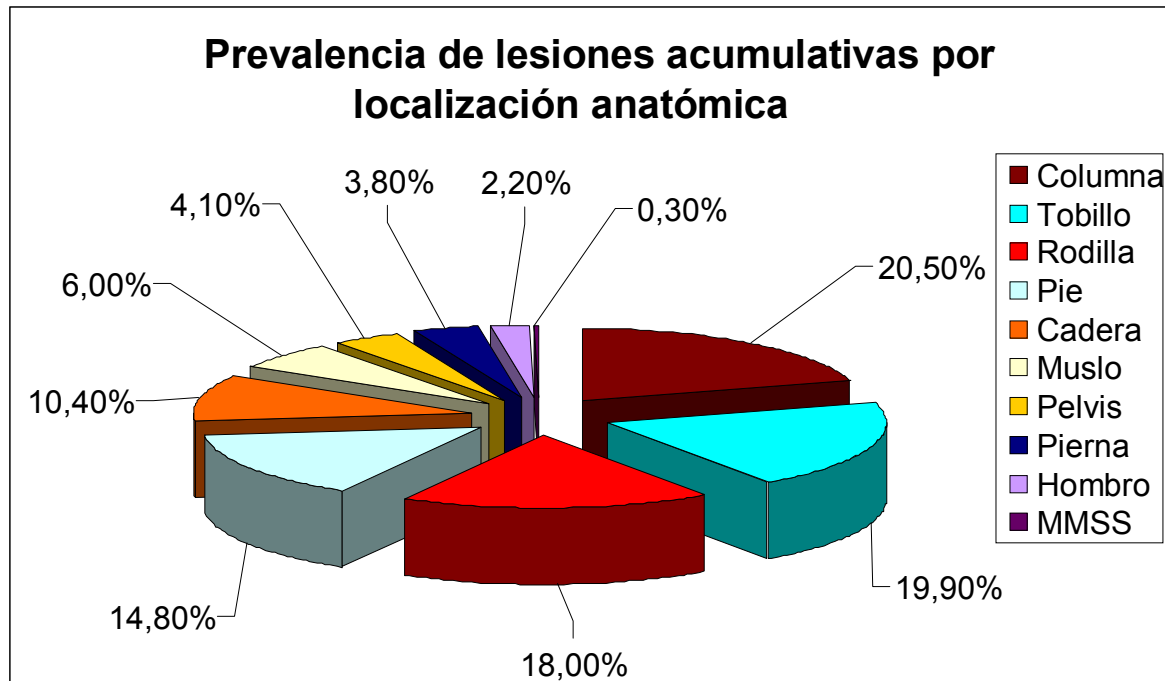


Gráfico nº11 .Prevalencia de lesiones acumulativas por localización anatómica

De los datos que se observan en la *tabla XXVI* y gráfico nº 12, se objetiva, al analizar las prevalencias de todas ellas entre si, una diferencia estadísticamente significativa ($p=0,01$, según el cálculo de la X^2) con respecto a la distribución de prevalencias en relación con las lesiones por localizaciones anatómicas por disciplinas, comprobando que la localización con mayor prevalencia de afectación en clásico fue la **rodilla**, la **columna** en español, y el **tobillo** en contemporáneo y neoclásico. De la misma forma, se objetiva una prevalencia muy superior a la esperada de lesiones de **rodilla** en clásico, **columna** y **muslo** para la disciplina de español, y del conjunto del **tobillo** y **pie** con la práctica de contemporáneo, así como una prevalencia mucho menor de la esperada para las lesiones de **columna** relacionadas con la práctica de la disciplina de clásico, de **tobillo** y **pie** en la disciplina de español y de **muslo** en contemporáneo. No se objetivaron prevalencias relevantes en comparación con otras disciplinas en la disciplina de neoclásico.

Tabla XXVI. Prevalencia por localización anatómica y disciplina.

Localización	Disciplina									
	Clásico		Contemporáneo		Español		Neoclásico		Global	
	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%
Columna	9	11,8%	25	22,0%	32	26,4%	10	16,7%	76	20,5%
Cadera	9	7,9%	9	9,2%	21	12,4%	7	11,7%	46	10,4%
Muslo	4	5,3%	2	0,9%	15	12,4%	3	3,3%	24	6,0%
Rodilla	21	27,6%	18	16,5%	18	14,9%	9	15,0%	66	18,0%
Pierna	3	3,9%	3	2,8%	4	3,3%	3	6,7%	13	3,8%
Tobillo	17	21,1%	28	23,9%	13	12,4%	16	26,7%	74	19,9%
Pie	12	17,1%	19	19,3%	14	9,9%	8	13,3%	53	14,8%
Hombro			4	3,7%	2	1,7%	2	3,3%	8	2,2%
MMSS			1	0,9%					1	0,3%
Pelvis	1	5,3%			2	6,6%	2	3,3%	5	4,1%
Total	76	100%	109	100 %	121	100%	60	100%	366	100%

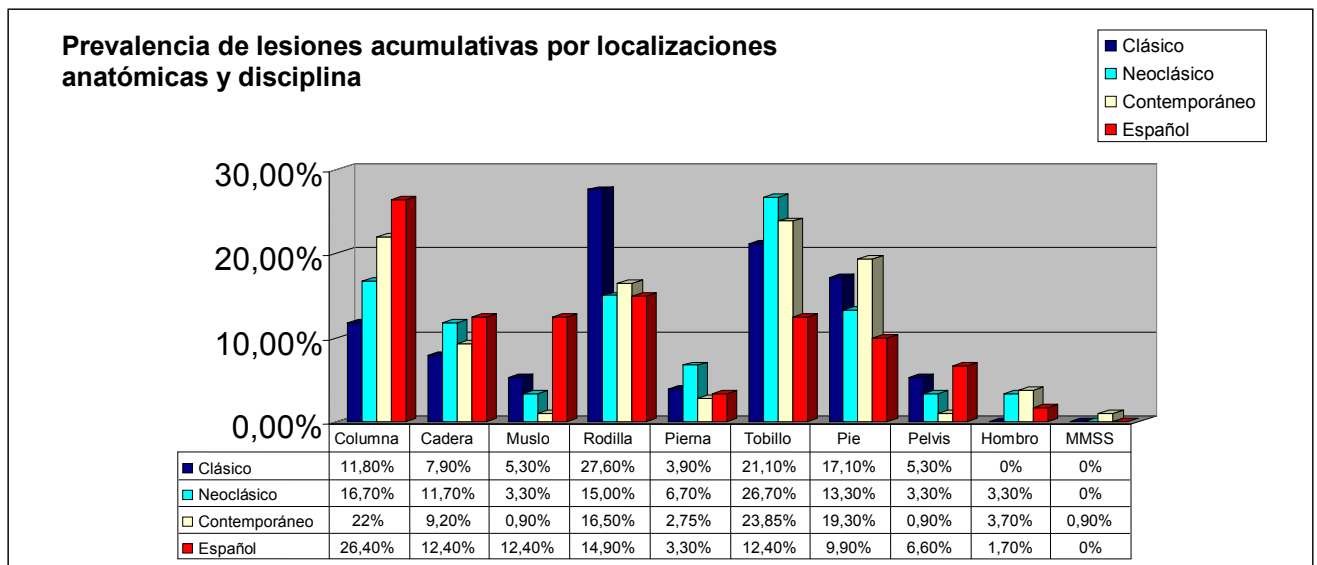


Gráfico nº12 .Prevalencia de lesiones acumulativas por localización anatómica y disciplina.

5.1.4.- Prevalencia de lesiones acumulativas en función del tejido lesionado

En lo que respecta a la **prevalencia de lesiones acumulativas por tejido lesionado**, y como se observa en la *tabla XXVII* y *gráfico nº 13*, la mayor prevalencia de lesiones correspondió a las **estructuras articulares**.

En este sentido, *se evidenció una significación estadística ($p < 0,0001$, según el cálculo de la X^2) en la distribución de prevalencias de lesiones por tejido lesionado al compararlas todas ellas entre si*, observando una **prevalencia muy superior a la esperada de lesiones articulares y tendinosas**, y menor de la esperada de lesiones musculares y del tejido óseo. Asimismo, *se objetivó una diferencia estadísticamente significación ($p < 0,0001$, según el cálculo de la X^2) en la distribución de prevalencias entre lesiones acumulativas y otras, sobre todo agudas, con respecto a la afectación de los diferentes tejidos*, observándose en esta muestra una **prevalencia de lesiones acumulativas entre las lesiones de las *estructuras tendinosas* mucho mayor de la esperada**, hallazgo similar al que fue encontrado con respecto a las **lesiones musculares** acumulativas, pero inversamente a lo objetivado con respecto a las lesiones acumulativas que afectaron a las estructuras articulares y del tejido óseo, en ambos casos con una **prevalencia notablemente inferior a la esperada**.

Por otra parte, y con respecto a los datos que se reflejan en la *tabla XXVII*, *indicar que no se evidenció influencia del sexo en la distribución de prevalencias de lesiones acumulativas por tejido lesionado, no identificándose significación estadística al respecto*.

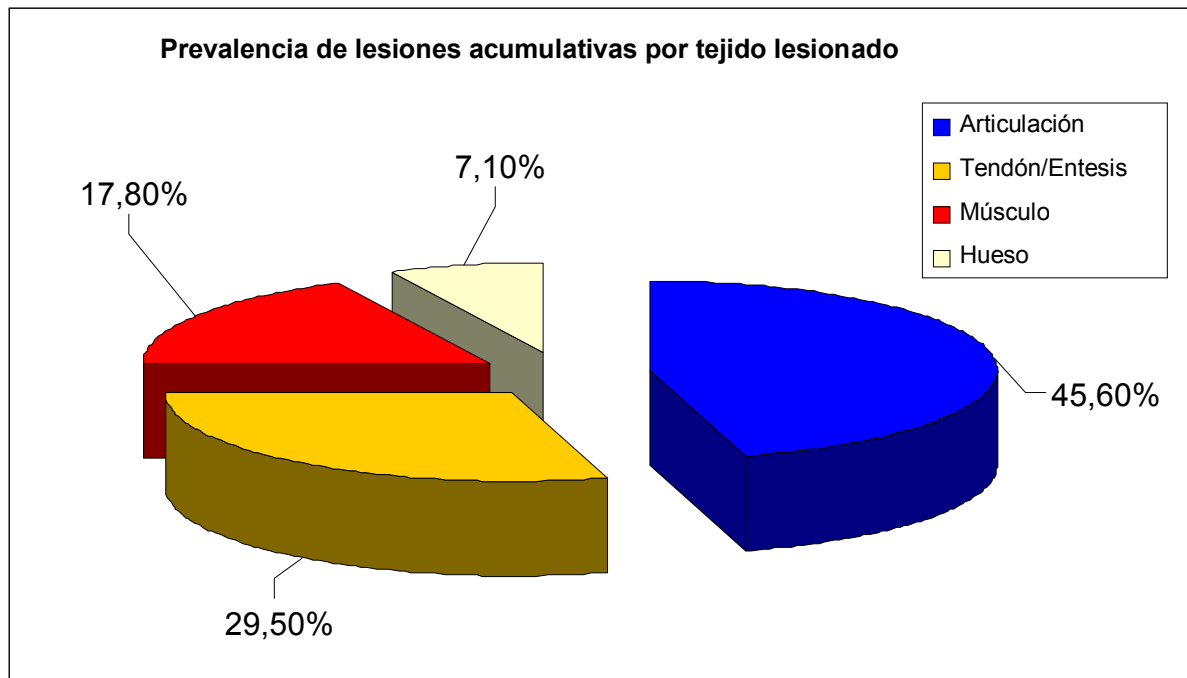


Gráfico nº13. Prevalencia de lesiones acumulativas por tejido lesionado.

Tabla XXVII. Prevalencia de lesiones por tejido lesionado y sexo.

Tejido lesionado	Sexo					
	Hombre		Mujer		Global	
	N	%	N	%	N	%
Tendón/Entesis	55	32,2%	53	27,2%	108	29,5%
Músculo	26	15,2%	39	20,0%	65	17,8%
Articulación	80	46,8%	87	44,6%	167	45,6%
Hueso	10	5,8%	16	8,2%	26	7,1%
Total	171	100%	195	100,0%	366	100,0%

Por disciplinas, y con la distribución de prevalencias que se observa en el gráfico nº 14 y tabla XXVIII, no se encontraron diferencias significativas en la distribución de prevalencias de lesiones acumulativas entre las distintas disciplinas estudiadas.

Además y con respecto a la influencia del sexo en la prevalencia de lesiones por tejido lesionado en función de la disciplina de ballet que se practique, indicar que no se objetivó significación estadística.

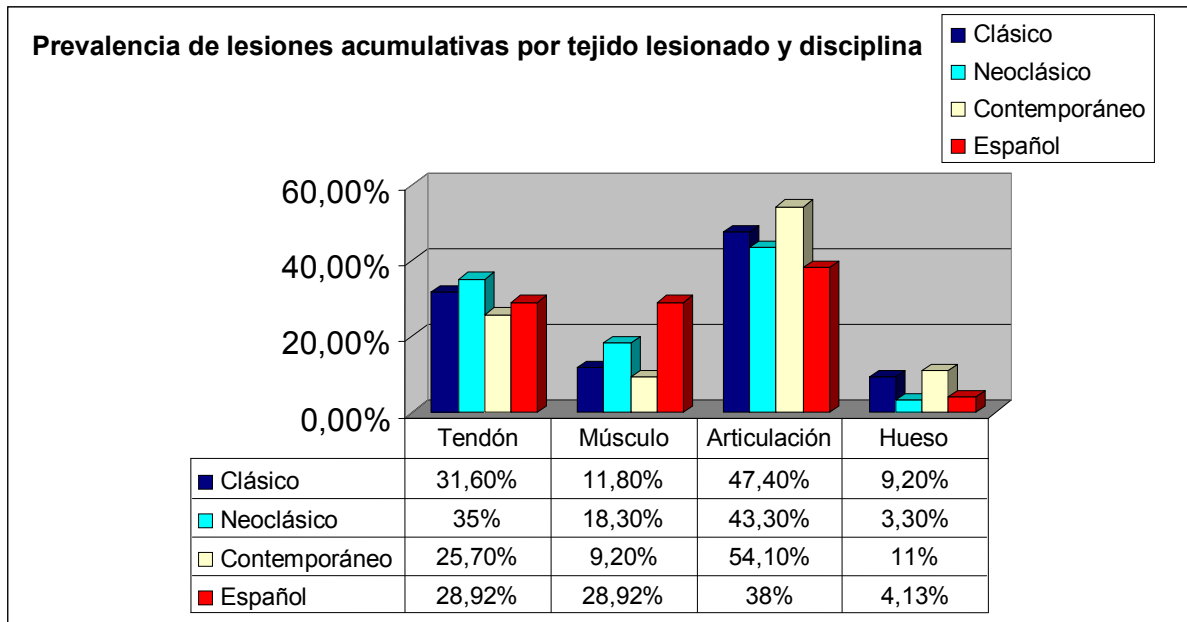


Gráfico nº 14. Prevalencia de lesiones acumulativas por tejido lesionado y disciplina.

Tabla XXVIII. Prevalencia de lesiones por tejido lesionado y disciplina.

Tejido	Disciplina									
	Clásico		Contemporáneo		Español		Neoclásico		Global	
	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%
Tendón	24	31,60%	28	25,70%	35	28,92%	21	35%	108	29,5%
Músculo	9	11,80%	10	9,2%	35	28,92%	11	18,3%	65	17,8%
Articulación	36	47,4%	59	54,1%	46	38%	26	43,3%	167	45,6%
Hueso	7	9,2%	12	11%	5	4,13%	2	3,3%	26	7,1%
Total	76	100%	109	100 %	121	100%	60	100%	366	100%

5.1.5.- Diferencias lesionales en función del grupo etáreo

En relación a los objetivos marcados y la metodología expuesta, y para valorar si existía influencia de la edad en la aparición de lesiones acumulativas en esta muestra de profesionales, se analizó la prevalencia de lesiones en tres grupos etáreos de población.

Cabe destacar, como se desprende de lo observado en la tabla XXIX y los gráficos nº 15 y nº 16, que en estos grupos de población, se confirmó una clara relación entre la edad y la antigüedad profesional, objetivada el evidenciar la existencia de una diferencia estadísticamente significativa tanto en lo que respecta a las medias de edad como en lo que respecta a las medias de antigüedad profesional ($p < 0,0001$ en ambos casos, según el cálculo de la *t* de Student), en estos grupos etáreos de profesionales al compararlos entre sí.

De esta forma, estos 3 grupos de población tendrían las siguientes características generales:

- Bailarines profesionales de menor experiencia profesional y con una edad menor o igual a 21 años, denominados de manera didáctica **Neoprofesionales**.

- Profesionales con más experiencia que el grupo anterior y edad comprendida entre 22 y 31 años, y que fueron definidos didácticamente como **Profesionales**.
- Aquellos otros profesionales con una edad igual o superior a 32 años y mayor experiencia y/o antigüedad profesional que el resto, denominados también didácticamente **Senior**.

Tabla XXIX. Media de edad y de antigüedad profesional en función del grupo etéreo

Variables		N	Media años	Desviación típica (σ)
Media de Edad	Neoprofesionales	144	19,83	1,105
	Profesionales	226	25,54	2,385
	Senior	116	33,66	4,131
Media de Antigüedad profesional	Neoprofesionales	144	2,50	1,186
	Profesionales	226	7,83	2,623
	Senior	116	16,19	4,648

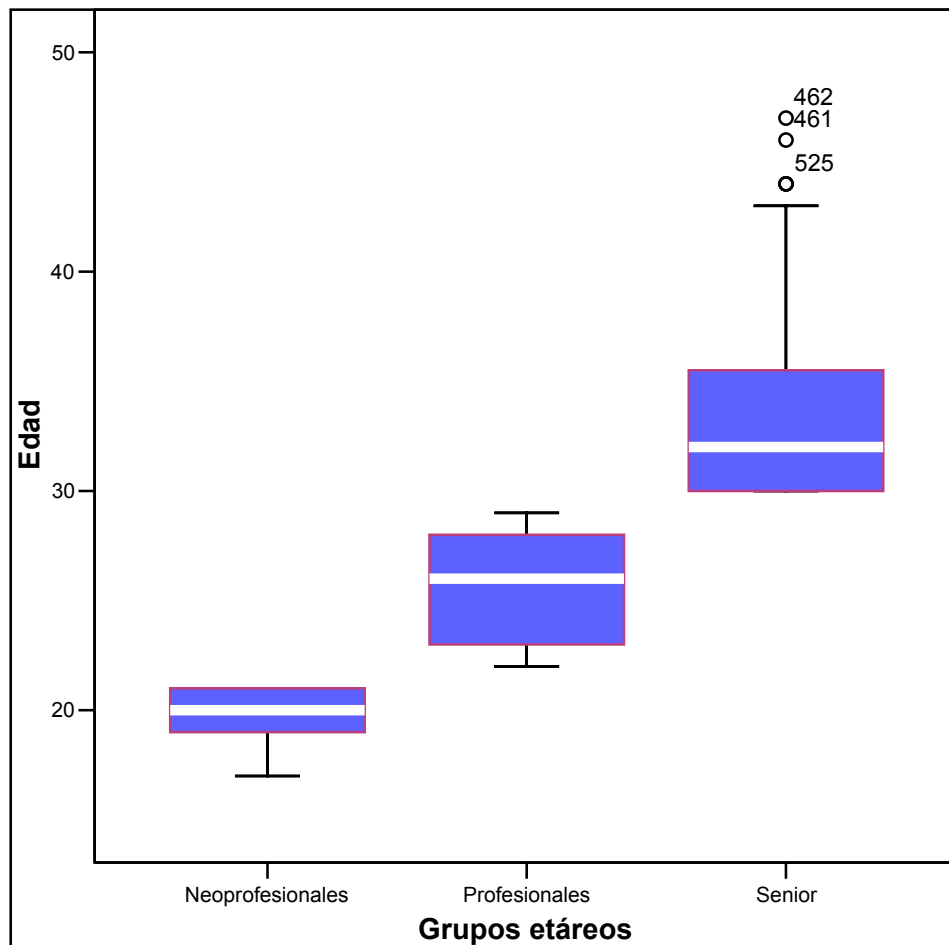


Gráfico nº 15. Media de edad en años por grupo etéreo

(o) Los números que se reflejan por encima del diagrama de los senior, se refieren al número de referencia de aquellos bailarines cuya edad fue notablemente superior a la de este grupo.

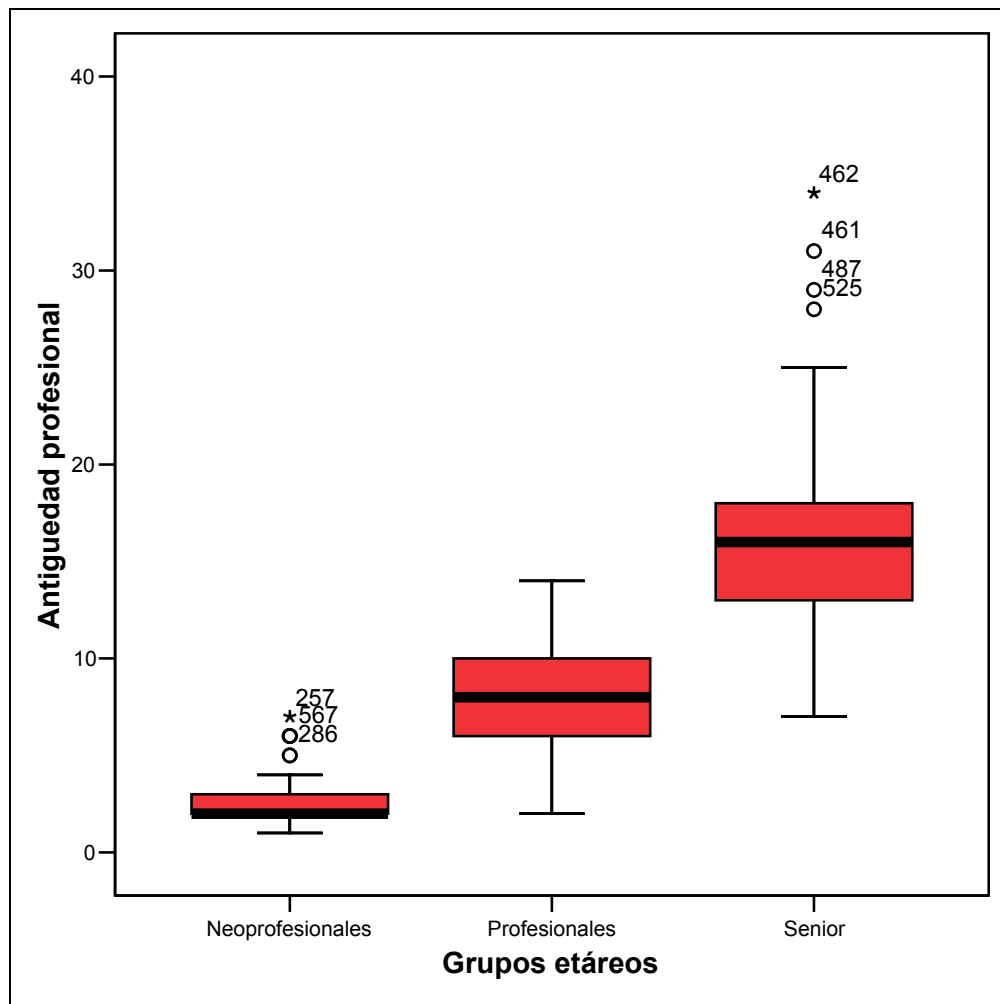


Gráfico n° 16. Media de antigüedad profesional en años por grupo etáreo
 (o) Los números que se reflejan por encima del diagrama de los senior, se refieren al número de referencia de aquellos bailarines cuya antigüedades notablemente superior a la de este grupo.

Con estas características y la distribución de frecuencias de lesiones globales que se observa en el gráfico n° 17, se objetivó que **la mayor prevalencia de lesiones acumulativas de manera global en esta muestra se observaba entre los más jóvenes (gráfico n°18)**, si bien esto era sobre todo en mujeres, ya que en hombres la prevalencia era similar en neoprofesionales y senior aunque ligeramente mayor en estos últimos (gráficos n°19 y n° 20). No obstante, no se demostraron diferencias significativas en la prevalencia de lesiones acumulativas entre estos grupos de población ni de manera global ni por sexos.

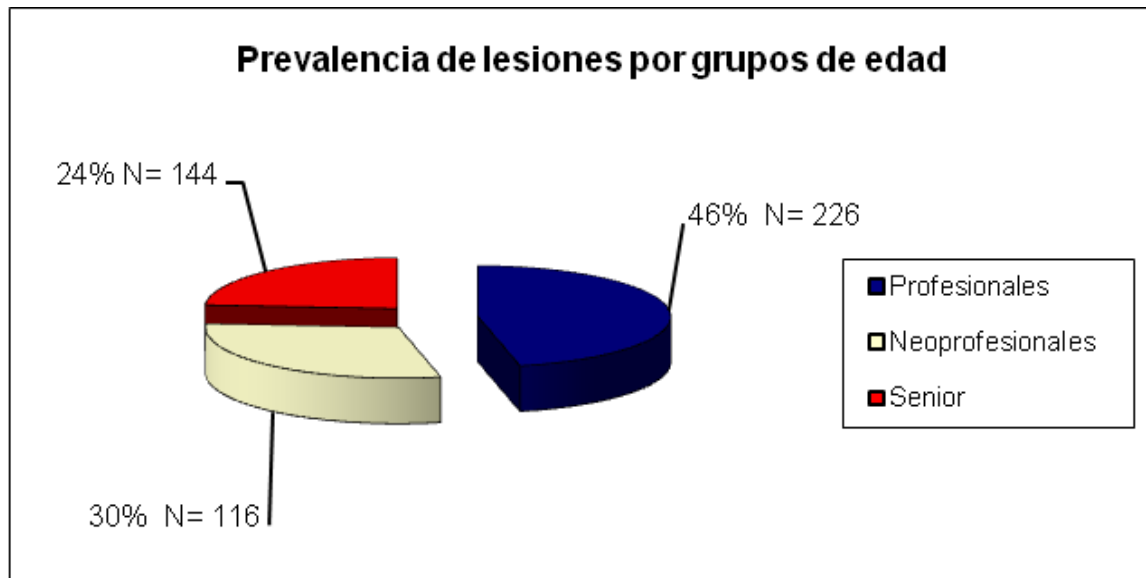


Gráfico nº 17. Prevalencia de lesiones por grupo etáreo. Datos generales

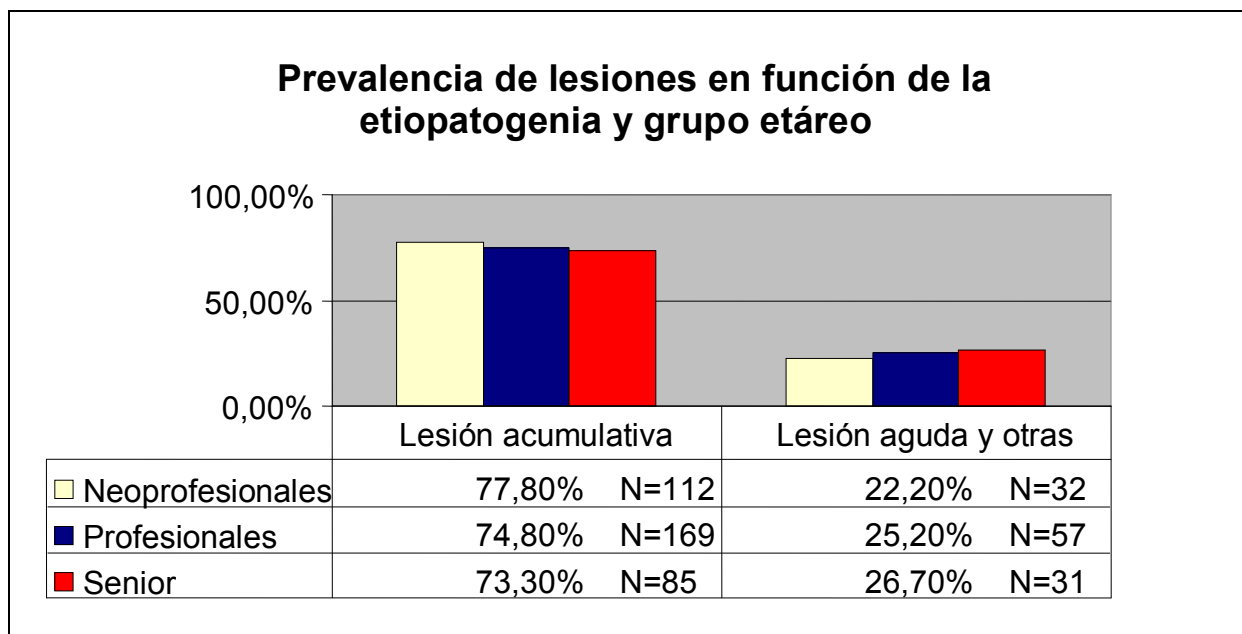


Gráfico nº 18. Prevalencia de lesiones por etiopatogenia y grupo etáreo.

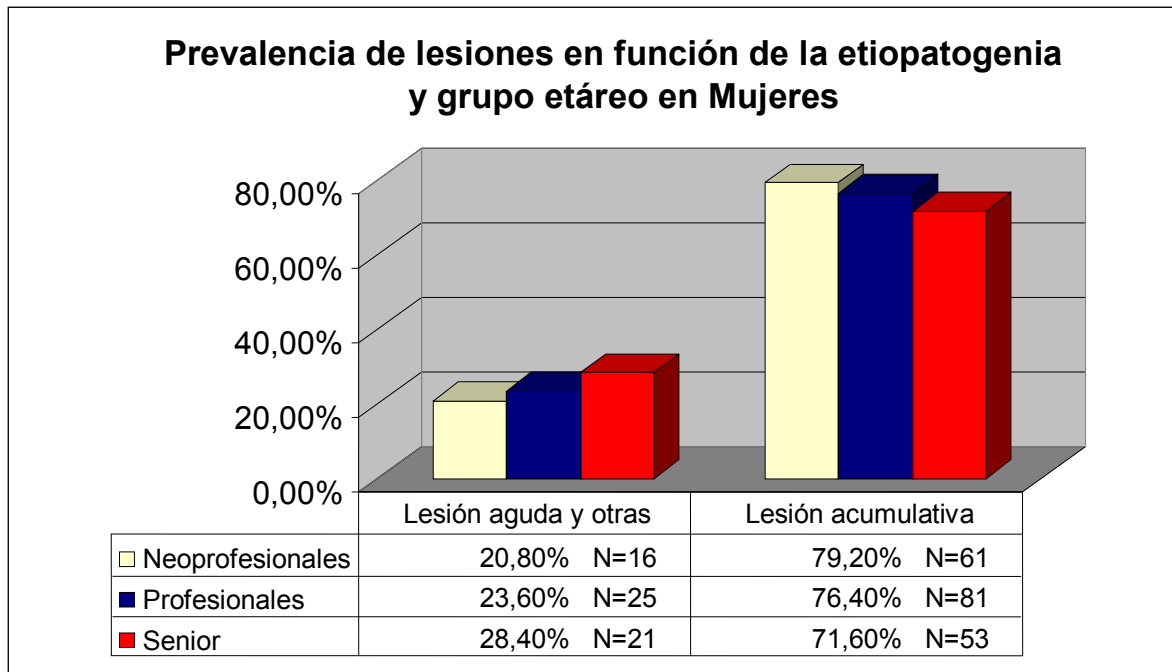


Gráfico nº 19. Prevalencia de lesiones por etiopatogenia y grupo etáreo en mujeres.

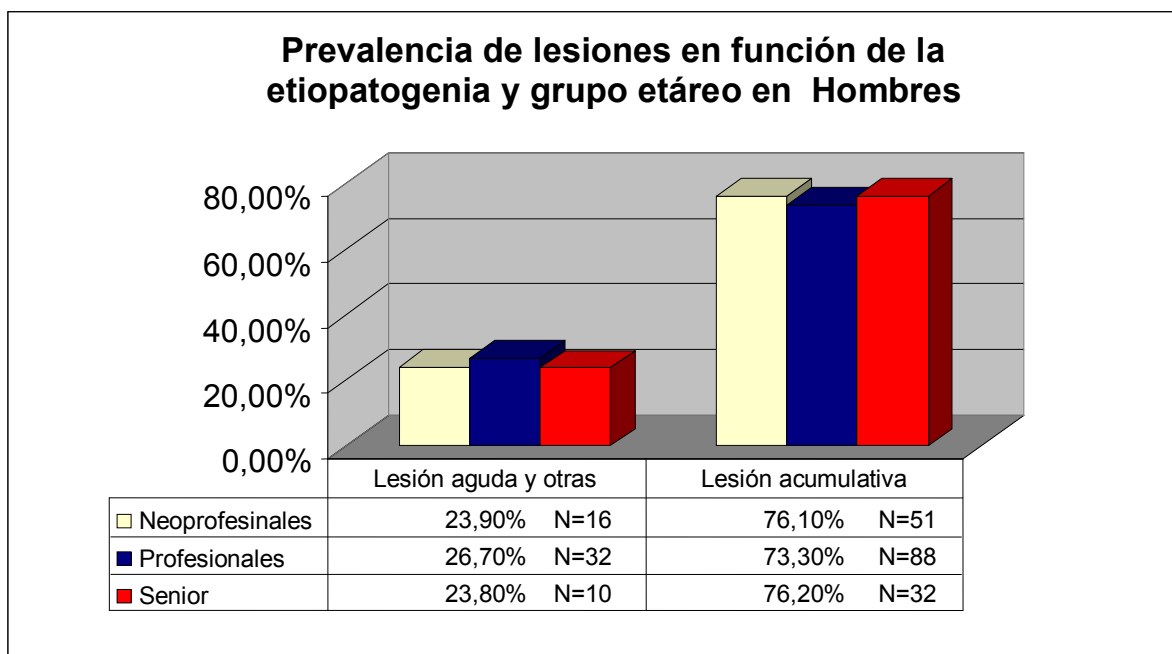


Gráfico nº 20. Prevalencia de lesiones por etiopatogenia y grupo etáreo en hombres.

5.1.5.1.- Prevalencia de lesiones acumulativas por grupo etáreo y entidad clínica

Con respecto a la distribución de prevalencias de lesiones por entidades clínicas, se comprueba en la *tabla XXX* que entidades como el **síndrome femoro-patelar**, el **síndrome de os trigonum**, la **tendinopatía patelar**, las **fracturas de estrés del segundo metatarsiano**, la **cadera en resorte lateral** o las **lesiones de los músculos aductores**, presentaron en esta muestra una *prevalencia mayor en los neoprofesionales y con una tendencia a ir decreciendo con la edad*. La **tendinopatía aquilea**, entre otras, mantenía una *prevalencia similar durante las diferentes etapas*, y otras como la **condropatía de rodilla**, la **discopatía lumbar** o la **lumbalgia mecánica** presentaron una *prevalencia que parecía incrementarse con la edad y antigüedad hasta hacerse más prevalentes entre los denominados senior*. Incluso algunas como las **diferentes lesiones musculares y discales de la columna cervical** se mostraron *más prevalentes entre el grupo más numeroso y una media de edad y antigüedad intermedia, los denominados profesionales*

Como ya se ha repetido con anterioridad, la **prevalencia de lesiones por entidades clínicas agrupadas**, permitió en este estudio una valoración estadística más clara, comprobándose en este caso, al comparar las lesiones de estos grupos de población entre si, la existencia de una *significación estadística ($p=0,008$, para el cálculo de X^2) en la distribución de prevalencias por grupos etáreos*. De esta forma, y como se observa en la *tabla XXXI*, se objetivó una *prevalencia muy superior a la esperada de la patología femoro-patelar y los fenómenos de estrés óseo de pierna y pie entre los neoprofesionales*, de las **raquialgias no lumbares entre los profesionales**, y de las **lumbalgias, otras gonalgias**, principalmente **condropatías y las tendinopatías de la cadera y pelvis entre los denominados senior**.

Tabla XXX. Prevalencia de lesiones por grupo etáreo y entidad clínica.

Entidad clínica		Grupos etáreos			
		Neoprofesionales	Profesionales	Senior	Total
Tendinopatía Manguito Rotadores Hombro	Nº casos	1	3	0	4
	Prevalencia	,9%	1,8%	,0%	1,1%
Tendinopatía Psoas iliaco	Nº casos	3	2	3	8
	Prevalencia	2,7%	1,2%	3,5%	2,2%
Tendinopatía Aductores	Nº casos	3	1	3	7
	Prevalencia	2,7%	,6%	3,5%	1,9%
Sd Cintilla IlioTibial en cadera	Nº casos	0	1	0	1
	Prevalencia	,0%	,6%	,0%	,3%
Tendinopatía Patelar	Nº casos	7	8	4	19
	Prevalencia	6,3%	4,7%	4,7%	5,2%
Tendinopatía tendones Peroneos	Nº casos	2	7	3	12
	Prevalencia	1,8%	4,1%	3,5%	3,3%
Tendinopatía Tibial anterior	Nº casos	1	1	0	2
	Prevalencia	,9%	,6%	,0%	,5%
Tendinopatía Tibial posterior	Nº casos	0	2	0	2
	Prevalencia	,0%	1,2%	,0%	,5%
Tendinopatía Flexor hallucis Longus	Nº casos	5	5	0	10

	Prevalencia	4,5%	3,0%	,0%	2,7%
Talalgia-Fascitis Plantar	Nº casos	3	5	0	8
	Prevalencia	2,7%	3,0%	,0%	2,2%
Tendinopatía Aquilea	Nº casos	8	11	6	25
	Prevalencia	7,1%	6,5%	7,1%	6,8%
Tendinopatía Bíceps femoral	Nº casos	0	1	1	2
	Prevalencia	,0%	,6%	1,2%	,5%
Tendinopatía Isquiotibiales	Nº casos	0	1	1	2
	Prevalencia	,0%	,6%	1,2%	,5%
Tendinopatía Extensor Largo 1º dedo pie	Nº casos	2	0	0	2
	Prevalencia	1,8%	,0%	,0%	,5%
Epicondilitis	Nº casos	0	0	1	1
	Prevalencia	,0%	,0%	1,2%	,3%
Lesión Muscular cervical	Nº casos	1	6	2	9
	Prevalencia	,9%	3,6%	2,4%	2,5%
Lesión Muscular dorsal	Nº casos	4	3	1	8
	Prevalencia	3,6%	1,8%	1,2%	2,2%
Lesión Muscular lumbar	Nº casos	4	5	4	13
	Prevalencia	3,6%	3,0%	4,7%	3,6%
Lesión Músculos Aductores	Nº casos	5	7	3	15
	Prevalencia	4,5%	4,1%	3,5%	4,1%
Lesión Músculos cuádriceps	Nº casos	1	2	1	4
	Prevalencia	,9%	1,2%	1,2%	1,1%
Lesión Músculos Isquiotibiales	Nº casos	0	2	1	3
	Prevalencia	,0%	1,2%	1,2%	,8%
Lesión Músculos Gemelos	Nº casos	1	6	2	9
	Prevalencia	,9%	3,6%	2,4%	2,5%
Lesión Musculo Piramidal pelvis	Nº casos	1	0	1	2
	Prevalencia	,9%	,0%	1,2%	,5%
Shin Splints/Periostitis Tibia	Nº casos	0	3	0	3
	Prevalencia	,0%	1,8%	,0%	,8%
Sesamoiditis 1º dedo pie	Nº casos	2	2	0	4
	Prevalencia	1,8%	1,2%	,0%	1,1%
Fractura Estrés 2º MT pie	Nº casos	5	2	0	7
	Prevalencia	4,5%	1,2%	,0%	1,9%
Metatarsalgia	Nº casos	3	3	1	7
	Prevalencia	2,7%	1,8%	1,2%	1,9%
Sd Sindin Larssen Johanssen / secuela de	Nº casos	1	0	0	1
	Prevalencia	,9%	,0%	,0%	,3%
Fractura estrés Tibia	Nº casos	2	0	0	2
	Prevalencia	1,8%	,0%	,0%	,5%
Discopatía Lumbar	Nº casos	1	4	5	10
	Prevalencia	,9%	2,4%	5,9%	2,7%
Sd. Femoro-Patelar	Nº casos	14	11	5	30
	Prevalencia	12,5%	6,5%	5,9%	8,2%
Sd Os Trigonum	Nº casos	8	3	0	11
	Prevalencia	7,1%	1,8%	,0%	3,0%
Sobrecarga mecánica Articulación Lisfranc	Nº casos	0	3	2	5

	Prevalencia	,0%	1,8%	2,4%	1,4%
Sobrecarga MTTF 1º dedo pie	Nº casos	3	9	4	16
	Prevalencia	2,7%	5,3%	4,7%	4,4%
Bursitis MTTF 1º dedo pie	Nº casos	1	0	0	1
	Prevalencia	,9%	,0%	,0%	,3%
Bursitis Rodilla	Nº casos	0	1	0	1
	Prevalencia	,0%	,6%	,0%	,3%
MERD/MIRD	Nº casos	1	0	1	2
	Prevalencia	,9%	,0%	1,2%	,5%
Sinovitis Cadera	Nº casos	1	1	2	4
	Prevalencia	,9%	,6%	2,4%	1,1%
Coxalgia Anterior	Nº casos	0	5	2	7
	Prevalencia	,0%	3,0%	2,4%	1,9%
Esguince Crónico/sinovitis Tobillo	Nº casos	1	3	3	7
	Prevalencia	,9%	1,8%	3,5%	1,9%
Edema Hoffa	Nº casos	0	0	1	1
	Prevalencia	,0%	,0%	1,2%	,3%
Sobrecarga IF1º dedo pie	Nº casos	1	5	0	6
	Prevalencia	,9%	3,0%	,0%	1,6%
Condropatía Rodilla	Nº casos	1	3	7	11
	Prevalencia	,9%	1,8%	8,2%	3,0%
Osteopatía Dinámica Pubis	Nº casos	0	0	1	1
	Prevalencia	,0%	,0%	1,2%	,3%
Clic/Cadera resalte Anterior	Nº casos	0	2	3	5
	Prevalencia	,0%	1,2%	3,5%	1,4%
Clic/Cadera resalte lateral	Nº casos	4	5	1	10
	Prevalencia	3,6%	3,0%	1,2%	2,7%
Sd. Subacromial	Nº casos	0	3	1	4
	Prevalencia	,0%	1,8%	1,2%	1,1%
Discopatía Cervical	Nº casos	0	7	0	7
	Prevalencia	,0%	4,1%	,0%	1,9%
Sd facetario Lumbar	Nº casos	2	3	2	7
	Prevalencia	1,8%	1,8%	2,4%	1,9%
Lesión músculo Tensor Fascia Lata	Nº casos	1	0	1	2
	Prevalencia	,9%	,0%	1,2%	,5%
Espondilolisis/listesis	Nº casos	1	0	0	1
	Prevalencia	,9%	,0%	,0%	,3%
Sd Impingement Anterior Tobillo	Nº casos	0	1	0	1
	Prevalencia	,0%	,6%	,0%	,3%
Lumbalgia Mecánica	Nº casos	4	10	5	19
	Prevalencia	3,6%	5,9%	5,9%	5,2%
Vertebra de transición /Espina bífida Lumbar	Nº casos	0	1	0	1
	Prevalencia	,0%	,6%	,0%	,3%
Tendinopatía proximal Recto Anterior Muslo	Nº casos	1	0	1	2
	Prevalencia	,9%	,0%	1,2%	,5%
Tendinopatía Extensor Común dedos pie	Nº casos	1	0	0	1
	Prevalencia	,9%	,0%	,0%	,3%
Lesión muscular Glúteo medio	Nº casos	1	0	0	1

	Prevalencia	,9%	,0%	,0%	,3%
Total	Nº casos	112	169	85	366
	Prevalencia	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%

Tabla XXXI. Prevalencia de lesiones por grupo etéreo y entidad clínica agrupada.

Agrupación de entidades clínicas	Grupos etéreos				Total
		Neoprofesionales	Profesionales	Senior	
Patología femoro-patelar	Nº casos	22	19	9	50
	Prevalencia	19,6%	11,2%	10,6%	13,7%
Lumbalgia	Nº casos	12	23	16	51
	Prevalencia	10,7%	13,6%	18,8%	13,9%
Sobrecarga mecánica articular tobillo-pie	Nº casos	13	24	9	46
	Prevalencia	11,6%	14,2%	10,6%	12,6%
Otras tendinopatías tobillo-pie	Nº casos	14	20	3	37
	Prevalencia	12,5%	11,8%	3,5%	10,1%
Otras gonalgias	Nº casos	2	4	10	16
	Prevalencia	1,8%	2,4%	11,8%	4,4%
Raquialgias no lumbares	Nº casos	5	16	3	24
	Prevalencia	4,5%	9,5%	3,5%	6,6%
Cadera en resorte y coxalgia articular	Nº casos	5	13	8	26
	Prevalencia	4,5%	7,7%	9,4%	7,1%
Tendinopatía aquilea	Nº casos	8	11	6	25
	Prevalencia	7,1%	6,5%	7,1%	6,8%
Tendinopatía cadera-pelvis	Nº casos	7	6	9	22
	Prevalencia	6,3%	3,6%	10,6%	6,0%
Otras lesiones articulares pie	Nº casos	1	0	0	1
	Prevalencia	,9%	,0%	,0%	,3%
Lesiones músculos aductores muslo	Nº casos	5	7	3	15
	Prevalencia	4,5%	4,1%	3,5%	4,1%
Otras lesiones musculares muslo-cadera-pelvis	Nº casos	4	4	4	12
	Prevalencia	3,6%	2,4%	4,7%	3,3%
Omalgia	Nº casos	1	6	1	8
	Prevalencia	,9%	3,6%	1,2%	2,2%
Fenómenos de estrés óseo tibia y pie	Nº casos	7	5	0	12
	Prevalencia	6,3%	3,0%	,0%	3,3%
Otras lesiones musculares	Nº casos	1	6	2	9
	Prevalencia	,9%	3,6%	2,4%	2,5%
Otras sobrecargas mecánicas óseas pie	Nº casos	5	5	1	11
	Prevalencia	4,5%	3,0%	1,2%	3,0%
Otras lesiones tendinosas	Nº casos	0	0	1	1
	Prevalencia	,0%	,0%	1,2%	,3%
Total	Nº casos	112	169	85	366
	Prevalencia	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%

5.1.5.2.- Prevalencia de lesiones acumulativas por grupo etáreo, localización anatómica y tejido lesionado

En cuanto a la **distribución de prevalencias por localización anatómica** entre estos grupos de población, indicar que aunque *no se evidenció significación estadística*, si se observó (tabla XXXII y gráfico n° 21) una **mayor prevalencia de lesiones de tobillo** entre los *neoprofesionales*, de **columna y pie** entre los denominados *profesionales*, y de **cadera, pelvis y rodilla** entre los *senior*.

Asimismo, y en cuanto a la **distribución de prevalencias de lesiones acumulativas en función del tejido lesionado**, y como se observa en el *gráfico n°22*, se observó una prevalencia mayor de **lesiones tendinosas y del tejido óseo** con una tendencia a decrecer progresivamente con la edad y antigüedad profesional entre los *neoprofesionales*, de la misma forma que ocurría lo contrario con la **articulación**, donde se observó un incremento progresivo de lesiones hasta alcanzar la mayor prevalencia entre los denominados *senior*. En el caso de las lesiones musculares, la prevalencia fue prácticamente similar en los tres grupos diferenciados, si bien debe destacarse, que *en la distribución de prevalencias de lesiones acumulativas en función del tejido lesionado entre estos grupos de población, no se evidenció significación estadística*.

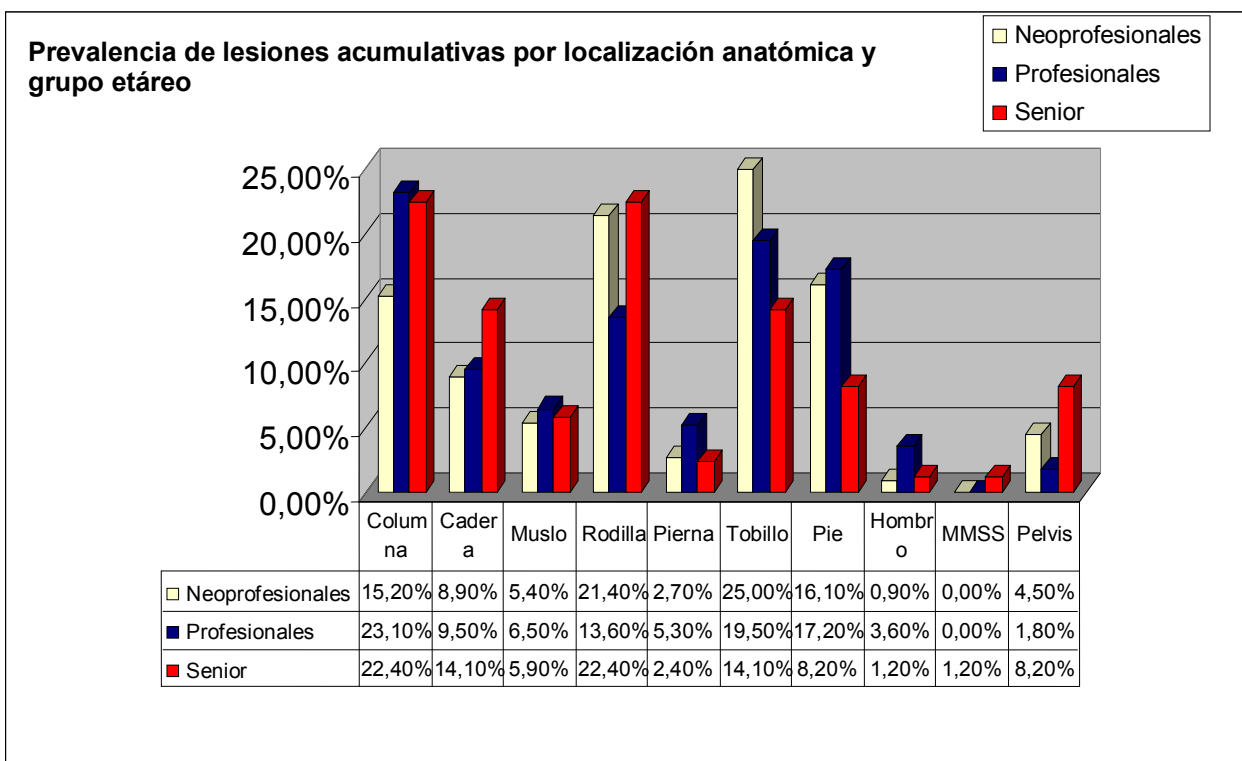


Gráfico n° 21. Prevalencia de lesiones por localización anatómica y grupo etáreo.

Tabla XXXII. Prevalencia de lesiones por grupo etéreo y localización anatómica.

Localización	Grupos etéreos			
	Neoprofesionales(N)	Profesionales (N)	Senior (N)	Total (N)
Columna	15,2% (17)	23,1% (39)	22,4% (19)	20,5% (75)
Cadera	8,9% (10)	9,5% (16)	14,1% (12)	10,4% (38)
Muslo	5,4% (6)	6,5% (11)	5,9% (5)	6,0% (22)
Rodilla	21,4% (24)	13,6% (33)	22,4% (19)	18,0% (66)
Pierna	2,7% (3)	5,3% (9)	2,4% (2)	3,8% (14)
Tobillo	25,0% (28)	19,5% (33)	14,1% (12)	19,9% (73)
Pie	16,1% (18)	17,2% (29)	8,2% (7)	14,8% (54)
Hombro	,9% (1)	3,6% (6)	1,2% (1)	2,2% (8)
MMSS			1,2% (1)	,3% (1)
Pelvis	4,5% (5)	1,8% (3)	8,2% (7)	4,1% (15)
Total	100,0% (112)	100,0% (169)	100,0% (85)	100,0% (366)

(N) Entre paréntesis el número de lesiones por localización anatómica y grupos etéreos

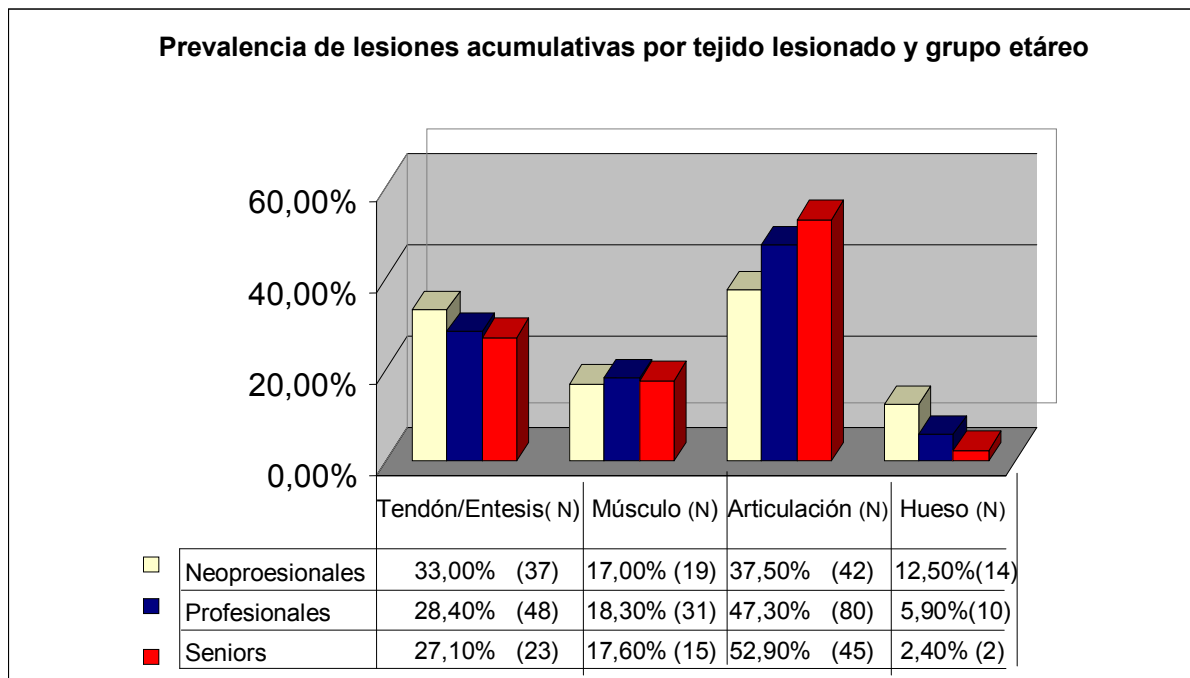


Gráfico nº22. Prevalencia de lesiones por tejido lesionado y grupo etéreo

(N) Número de casos

6. DISCUSIÓN

Con la finalidad de facilitar la discusión de los resultados del trabajo, esta se va a estructurar abordando en primer lugar la discusión de los datos generales aportados, para a continuación desarrollarla en función de los objetivos específicos planteados. Así:

6.1.- Discusión de los *datos generales* aportados relacionados con la investigación realizada

6.2.- Discusión de los resultados obtenidos con respecto a la *prevalencia global y diferenciada por disciplinas y sexos, de las lesiones acumulativas* objetivadas tanto *por entidad clínica como por localización anatómica y tejido lesionado*.

6.3.- Discusión de los resultados relacionados con la *prevalencia de lesiones acumulativas por grupos etáreos*.

6.1.- Datos generales relacionados con la investigación realizada

La literatura científica relacionada con las lesiones del ballet es bastante heterogénea, observando criterios metodológicos en los trabajos publicados que difieren bastante de unos a otros.

Así se comprueba la existencia de diferencias en la formación de los profesionales sanitarios que realizan los estudios, no estando claro en algunas ocasiones quienes los realizan, y siendo los resultados diferentes de unos a otros. Entre otros aspectos destacables, se objetiva en bastantes trabajos revisados, la inexistencia de diagnósticos específicos y una ausencia o falta de definición adecuada y homogénea del término lesión, ya que mientras para algunos las lesiones pueden englobar incidentes o molestias que no tienen porque interrumpir la actividad, para otros tienen que obligar a guardar reposo para la práctica del ballet durante un cierto tiempo para ser así catalogadas. Algunos estudios además dividen las lesiones entre lesiones mayores y menores o entre traumáticas agudas y en no traumáticas acumulativas, pero muchas veces sin definición adecuada.

Los trabajos científicos analizados, también muestran diferencias relacionadas con las disciplinas de ballet estudiadas, así como con respecto a los grupos de población estudiados, en ocasiones profesionales, en otros preprofesionales y en otros aficionados. Además también

muestran diferencias en sus diseños metodológicos, incluyendo el tipo de estudio epidemiológico, la duración del mismo, y la recogida de los datos, ya sea mediante cuestionarios, valoración y exploración clínica, o una combinación de ellas.

Todos estos aspectos ayudan a comprender la heterogeneidad de los índices, tasas o ratios de prevalencia o incidencia lesional aportados por los diferentes autores, y que muchos de los estudios publicados sean cuestionados científicamente.

Así, en una profunda revisión sobre la literatura científica internacional relacionada con el ballet, en la que fueron analizados por profesionales acreditados más de 103 trabajos publicados, sólo el 31% de todos ellos fueron aceptados como científicamente admisibles, comprobando además que una gran mayoría de las citas bibliográficas referenciadas eran anteriores al año 2000, remontándose muchas a las décadas de los 80 o 90 (*Hincapie et al, 2008*). En esta revisión, el autor describía algunas prioridades de futuras investigaciones sobre las lesiones del ballet, entre ellas, realizar estudios epidemiológicos dirigidos a valorar las diferencias generadas por la práctica de las diferentes disciplinas de la danza

El trabajo que aquí se presenta pretende reunir todos los requisitos científicos necesarios, definiendo, entre otros, el tipo de estudio epidemiológico, la población y las disciplinas objeto de estudio, el concepto de lesión que además se acota y delimita metodológicamente, y el tipo de lesiones objetivadas, que se definen con arreglo a diagnósticos clínicos específicos que se alcanzan a través de la exploración clínica y pruebas complementarias realizadas por un médico traumatólogo.

Con todo ello, en la literatura científica de referencia, que efectivamente en un gran número se remonta a hace 20 años o más, no hemos encontrado estudios que reúnan las valoraciones que aquí se presentan, aunque si coinciden algunos autores en algunos de nuestros criterios metodológicos. Así y en cuanto al periodo de estudio, y salvo excepciones (*Solomon, Micheli & Solomon, 1995; Nilson, 2001; Arendt & Kerschbaumer, 2003; Leanderson, Leanderson, Wykman, Strender, Johansson & Sundquist., 2011*), habitualmente son estudios de un periodo de duración más corto. En cuanto a la población estudiada, hay estudios contrastados que también han sido realizados en profesionales (*Solomon et al, 1995; Byhring & Bo, 2002; Arendt & Kerschbaumer, 2003*), siendo frecuente, por otra parte, que estén realizados a través de cuestionarios, o que no se describa metodológicamente la recogida de datos, existiendo no obstante, trabajos publicados que como este, describen la historia clínica y exploración como uno de los métodos más importantes al respecto (*Byhring & Bo, 2002; Arendt & Kerschbaumer, 2003; Negus et al, 2005; Gamboa, Roberts & Maring, 2008; Rodríguez & Sanz, 2008; Leandersson et al, 2011*), lo que sin duda mejora el rigor y facilita diagnósticos específicos. Debe destacarse además en el presente trabajo el análisis efectuado sobre las diferencias lesionales por grupos etáreos entre los profesionales estudiados, lo que sin duda incluye un factor diferenciador del resto de los trabajos publicados en la literatura científica internacional.

Continuando con la discusión de las consideraciones generales más relevantes, indicar que tal y como se ha descrito con anterioridad al describir la metodología, la lesión fue considerada en este estudio la variable dependiente, y por tanto y teniendo en cuenta que durante el mismo hubo bailarines que presentaron diferentes lesiones, el cálculo de los diferentes parámetros analizados, de manera similar a lo realizado por otros autores (*Nilsson et al, 2001; Arendt & Kerschbaumer, 2003; Echegoyen, Acuña & Rodríguez., 2010; Leandersson et al, 2011*), se realizó sobre la base de las lesiones presentadas, y no sobre el número de los bailarines estudiados. Con esta consideración, cabe destacar que si bien *en este estudio se objetivó una significativa prevalencia ($p < 0,0001$) de lesiones acumulativas por*

microtraumatismos de repetición (75,31%), en general no se observó al respecto significación estadística en cuanto a sexos y por tanto no se objetivó influencia del sexo en la aparición de estas lesiones acumulativas, y esto pese a que en esta muestra, y coincidiendo con lo descrito al respecto en la literatura de referencia, las mujeres comenzaron a bailar antes que los hombres, con una *media de antigüedad de inicio en la práctica de ballet entre las mujeres, significativamente mayor en todas las disciplinas estudiadas ($p < 0,001$ en clásico, contemporáneo y neoclásico, y $p = 0,03$ en español)*. No obstante lo anterior, y en relación con lo apuntado también por otros autores (Arendt & Kerschbaumer, 2003), el número de lesiones fue aquí también ligeramente superior en mujeres, existiendo también diferencias entre sexos en cuanto a la prevalencia y localización de determinadas lesiones, aspecto ya valorado por diferentes autores en la literatura científica (Leandersson et al, 2011), y que resulta lógico dadas las diferencias técnicas existentes a menudo, entre unos y otros. Ejemplo de ello, sería entre las mujeres, la realización en general de los ejercicios con mayor amplitud de movimientos, como es el caso del *en dehors*, y la utilización de las *puntas* sobre todo en clásico y en menor medida en neoclásico, y entre los hombres, la realización de *portées* y un mayor número de saltos o movimientos desequilibrantes, que en algunas disciplinas se ejecutan incluso fuera de eje.

Asimismo, es también importante destacar, que como se desprende de los resultados obtenidos, la media de edad, la media de antigüedad profesional y la de antigüedad en la práctica del ballet, fueron muy similares entre las lesiones acumulativas y el resto de las lesiones, *no encontrándose diferencia estadísticamente significativa al respecto, y por tanto, no objetivándose influencia de la edad ni de la antigüedad en la aparición de lesiones acumulativas*, aspecto muy importante que permite pensar en la existencia de otros factores más específicos del ballet, actividad atlética principalmente individual y que requiere una técnica precisa y movimientos repetidos en su ejecución, implicados en la génesis de este tipo de lesiones músculo-esqueléticas acumulativas.

En estas condiciones, se describe en la literatura que el principal factor a considerar (Ballius & Ballius, 1986), sería la alteración de las condiciones biomecánicas del ejercicio, afectando de esta forma a la integridad de las estructuras orgánicas que lo sustentan. Con estas consideraciones, tanto la repetitividad de las acciones como la técnica, tendrían un papel esencial, aunque influyendo en mayor o menor medida en función de las características anatómicas y las condiciones naturales y destreza de cada bailarín, o incluso de la exposición a diferentes factores ambientales, aspectos apuntados por diferentes autores en la literatura científica de referencia (Reid et al, 1987; Milan, 1994; Nilsson et al, 2001; Byhring & Bo, 2002; Arendt & Kerschbaumer, 2003; Negus et al, 2005; Kadel, 2006; Gamboa et al, 2008; Echegoyen y cols, 2010; Albisetti, Perugia & De Bartolomeo, 2010). Otros señalan además la ausencia de una adecuada preparación física, como un factor a considerar (Khan et al, 1995; Gongbing, 2005; Cichanowski et al, 2007; Kouledakis & Jamurtas, 2004; Walls et al, 2010), aspecto sobre el que sin duda debiera incidirse bastante más, dados los requerimientos físicos del ballet, estudiados desde hace tiempo y similares incluso a los de los esquiadores de descenso (Cohen et al, 1982; Mostardi, 1983). Por ello, y sin detrimento de la preparación técnica, bajo nuestro punto de vista, una adecuada preparación física que incluyera entre otros, un trabajo equilibrado y específico de fuerza, podría mejorar las prestaciones de estos profesionales y ayudar a prevenir las lesiones músculo-esqueléticas.

Un aspecto a destacar, es que aunque existen en la literatura diferentes trabajos, que como el presente estudio, demuestran que en el ballet la mayoría de las lesiones son acumulativas, también denominadas por algunos no traumáticas, por sobreuso o simplemente crónicas (Solomon et al, 1995; Nilsson et al, 2001; Byhring & Bo, 2002; Hincapie et al, 2008;

Leandersson et al, 2011; Allen, Nevill & Brooks, 2012), la mayoría de los estudios publicados llegan a esta conclusión tras analizar todas las lesiones presentadas por una determinada población de bailarines, y salvo contadas excepciones (*Nilsson et al, 2001; Leandersson et al, 2011*), sin que se describa habitualmente de manera adecuada la diferencia entre unas y otras al analizar las lesiones, no encontrando asimismo, habitualmente, estudios específicos sobre lesiones acumulativas en la literatura científica de referencia. Precisamente la ausencia de estudios específicos sobre trastornos acumulativos, hace que la discusión de nuestros resultados no sea fácil, al ofrecer la mayoría de las publicaciones resultados generales que incluyen tanto las lesiones traumáticas como las acumulativas. No obstante, y aunque este aspecto debemos conocerlo y tenerlo en cuenta, la elevada prevalencia de estas últimas en nuestra muestra, que como hemos visto sobrepasa el 75%, hace que el posible sesgo en la discusión sea menor. Además, y pese a que el presente trabajo se basa únicamente en el estudio de las lesiones acumulativas, en el mismo, y tal y como se puede comprobar en el epígrafe relacionado con los Resultados, también se ha reflejado el total de las lesiones objetivadas durante el periodo de estudio, lo que permite corroborar que nuestros datos, en cuanto a la mayor prevalencia de lesiones acumulativas, son similares a los reflejados por la gran mayoría de los autores en la literatura internacional, (*Nilsson et al, 2001; Byhring & Bo, 2002; Hincapie et al, 2008; Leandersson et al, 2011; Allen et al, 2012*).

No obstante, también encontramos en la literatura de referencia algunos trabajos que indican una elevada prevalencia de lesiones traumáticas, sobre todo de partes blandas, principalmente musculares y articulares. En este sentido destacan 3 estudios, el primero desarrollado a través de la Organización Nacional de Danza y Mimo en siete Compañías de ballet y danza moderna en Reino Unido (*Bowling, 1989*), el segundo realizado en compañías alemanas (*Arendt & Kerschbaumer, 2003*), y el tercero en estudiantes de ballet clásico, folclore mexicano y danza española de la Escuela nacional de danza de México (*Echegoyen y cols, 2010*).

Lo más importante al respecto de estos 3 estudios y que nos puede permitir interpretar adecuadamente sus resultados, es la metodología de recogida de datos. Así, y aunque en los dos primeros apuntados, los datos se obtuvieron a través de un cuestionario, las características metodológicas del estudio alemán son mucho más esclarecedoras, debido a las diferencias existentes cuando la recogida de datos se establecía a través de un cuestionario, y cuando el mismo autor y para la misma población, lo hacía a través de un diagnóstico y exploración clínica. En el primero de los casos, es donde se observaba una mayor prevalencia de lesiones traumáticas, sobre todo de origen muscular y de columna, no ocurriendo lo mismo cuando los resultados se basaban en la exploración clínica. Con respecto al tercero de los estudios referidos, realizado en México, destacar, pese a realizarse a través de diagnósticos clínicos, la escasa prevalencia de lesiones acumulativas (29%), aunque en este caso la población estudiada fueron estudiantes de *danza*.

Un aspecto importante a considerar a este respecto, y directamente relacionado también con la metodología de la recogida de datos, está relacionado con la necesaria diferencia que debe establecerse en los deportistas y bailarines profesionales entre *dolor y molestia*, siendo habitualmente para ellos dolor, sólo aquello que les impide la práctica de su actividad deportiva, y que con la recogida de datos a través de encuestas o cuestionarios no es fácil objetivar. En estudios con una inadecuada definición de las entidades clínicas, la prevalencia de estas lesiones traumáticas será lógicamente mayor a la esperada, como también se observa en algunas aportaciones presentes en la literatura. En este sentido, se manifiestan también algunos autores que indican que aunque la gran mayoría de los bailarines acuden a consulta médica cuando estas existen en las Compañías, una gran parte de los problemas musculoso-

esqueléticos del ballet no afectan al trabajo diario ni requerirían consulta médica (*Solomon et al, 1999; Nilsson et al, 2001, Bronner et al, 2003*).

Estas reflexiones refuerzan de alguna manera la metodología de nuestro estudio, basado sólo en las lesiones acumulativas y no en las traumáticas, más habitualmente objeto de esta controversia, siendo además importante recordar que aún siendo el Servicio Médico de referencia para todos los profesionales atendidos, por ser su Mutua de Accidentes de Trabajo, los bailarines lesionados tuvieron que desplazarse a nuestras dependencias fuera de las sedes de sus Compañías, aspecto a considerar ante molestias pasajeras o lesiones menores. Esta circunstancia, que podría representar un sesgo en la investigación, sobre todo si también contemplásemos las lesiones traumáticas, se minimiza al estudiar sólo las lesiones acumulativas. En cualquier caso la existencia de un servicio médico con profesionales sanitarios especializados debe ser uno de los aspectos a considerar, en primer lugar porque el límite entre las molestias sin evidencia de lesión objetivable y la presencia de una lesión determinada, se debe valorar de manera adecuada para evitar que el estoicismo del sujeto favorezca la cronicidad de las lesiones, y en segundo lugar por cuestiones económicas, ya que estos mismos autores señalan una reducción del impacto financiero de las lesiones de hasta 1,5 millones de \$ en 5 años en aquellas Compañías americanas con servicios médicos y terapéuticos propios (*Solomon et al, 1999; Nilsson et al, 2001; Bronner et al, 2003*).

Otro aspecto muy importante, está relacionado con las diferencias lesionales existentes según la disciplina de ballet practicada. Así, y aunque existen estudios que abordan las diferencias lesionales entre algunas disciplinas de ballet, principalmente clásico y moderno o contemporáneo y menos el español (*Hincapie et al, 2008; Echegoyen y cols, 2010*), habitualmente lo hacen de manera específica sobre una determinada entidad clínica o región anatómica (*Kadel, 2006; Lozano & Vargas, 2010*), no siendo fácil encontrar en la literatura científica estudios similares al que aquí se muestra, que está basado y tiene además algunos de los objetivos dirigidos a valorar, con carácter general, las diferencias lesionales entre cuatro disciplinas de ballet, aspecto que como hemos visto significa una de las prioridades que se recomiendan en la literatura científica internacional.

En este sentido, cabe recordar que todas las disciplinas objeto de estudio (*clásico, neoclásico, contemporáneo y español*), tienen como base el conocimiento y la perfecta ejecución de la técnica del ballet clásico, que se considera la base de cualquier disciplina de ballet y además conforma una gran parte de su estructura, presentando no obstante entre ellas, diferencias técnicas ya reflejadas en otros estudios (*Lozano y cols, 2008; Leandersson et al, 2011*). Así mientras el *ballet clásico* es más estructurado y más reglado, caracterizándose entre otras por el uso de las zapatillas de punta en la mujer, y las de media-punta en ambos sexos, en el *ballet contemporáneo* existe una mayor libertad de movimientos con menores reglas y limitaciones, caracterizándose por el uso de zapatillas de media- punta o el bailar descalzos en ambos sexos. Tal vez un término medio entre la estructuración del clásico y la libertad de movimientos del contemporáneo, lo signifique el *ballet neoclásico*, que manteniendo la estructura metodológica del clásico, permite una mayor libertad de expresión y ejecución. En cuanto al *ballet español*, esta disciplina tiene claramente establecida la estructura del ballet clásico junto al folclore y tradición de nuestro país, caracterizándose entre otras, por la utilización de calzado con tacón y la acción de taconear en algunas de sus representaciones, sobre todo relacionadas con el flamenco.

Aunque con excepciones (*Sobrino & Guillén, 1996*), no hemos encontrado en la literatura estudios que en general muestren las diferencias lesionales entre las diferentes disciplinas de ballet y mucho menos si se trata de valorar las lesiones acumulativas, donde a priori las diferencias técnicas existentes entre las disciplinas si deberían condicionar diferencias

lesionales entre ellas. Así, y si bien las diferencias lesionales específicas se analizan más adelante, se *objetiva en este estudio una diferencia estadísticamente significativas en la prevalencia de lesiones acumulativas por disciplinas y sexos ($p=0,01$), destacando una prevalencia de lesiones acumulativas entre las mujeres de clásico y hombres de contemporáneo, marcadamente superior a la esperada, y comprobándose la mayor prevalencia de estas lesiones, tanto de manera global como en ambos sexos, en ballet clásico.*

A este respecto, llama la atención que en nuestro estudio, el *clásico*, que es la disciplina más estructurada y que requiere una técnica más reglada, sea la que mayor prevalencia presente de lesiones acumulativas, siendo seguidas en prevalencia y por este orden, del *español*, *neoclásico* y *contemporáneo*, disciplinas que además seguirían en principio, un orden decreciente de aplicación de reglas y limitaciones técnicas durante la ejecución de los diferentes ejercicios. Si tenemos en cuenta que este orden es todavía más marcado entre las mujeres, que como hemos apuntado habitualmente realizan ejercicios tal vez más estáticos y/o con menor dinamismo y explosividad que los hombres, y con gran requerimiento técnico y gran amplitud de movimientos, y que como se describe en algunos estudios (Sobrino & Guillén, 1996; Bronner et al, 2003; Kadel, 2006), el mayor número de lesiones acumulativas se produce en los ensayos y con los cambios de coreografía, donde los gestos técnicos se repiten hasta que resultan brillantes en su ejecución, esto nos debe hacer pensar en que la repetitividad de las acciones, mayor cuando la técnica es inadecuada o se tiene menos talento, o tal vez y entre otros, la falta de descanso adecuado entre ellas, sean algunos de los factores más importantes a considerar, por otra parte claramente involucrados en la fisiopatología de los microtraumatismos de repetición, y que justifican claramente la marcada prevalencia de las lesiones acumulativas en esta actividad. La excepción referida de los hombres de *contemporáneo*, que presentan después del clásico la mayor prevalencia de lesiones acumulativas, no lo es tanto si consideramos, como veremos posteriormente, que esta prevalencia se establece a expensas de patologías que podríamos considerar relacionadas con una sobrecarga mecánica de carácter atlético.

Relacionado con lo anterior, un aspecto muy importante a matizar relacionado con este estudio, se centra en las lesiones referidas a la práctica de *ballet clásico*. Así, y si bien no existe en la actualidad en España ninguna gran compañía de ámbito estatal donde se practique habitual y principalmente esta disciplina, la técnica del clásico es practicada diariamente por todas y cada una de las diferentes compañías públicas y/o privadas, tanto de menor como de mayor estructura empresarial, independientemente de la disciplina principal que desarrollen. No obstante, si existen un número determinado de ellas que representan, durante algunos periodos de la temporada, funciones de ballet clásico, provocando en algunos de sus profesionales diferentes lesiones específicas de esta actividad. Un ejemplo de ello lo representan los bailarines de esta muestra que practicaron la disciplina de neoclásico, pertenecientes todos ellos a una Compañía de gran estructura, privada con soporte público, y que durante algunos periodos del año, durante el periodo de estudio, desarrolló exclusivamente programas de ballet clásico.

Pese a esto, es importante destacar que en este estudio se estudiaron bailarines que practicaban específicamente y durante toda la temporada ballet clásico, algunos de ellos pertenecientes a una compañía española de pequeña estructura empresarial que desapareció en la mitad del estudio, aunque sin que esto significara ningún sesgo en la investigación.

6.2.- Prevalencia global y diferenciada por disciplinas y sexos, de las lesiones acumulativas objetivadas, tanto por localización anatómica y tejido lesionado, como por entidad clínica

6.2.1.- Prevalencia lesiones acumulativas por entidad clínica.

La heterogeneidad en la metodología de los estudios epidemiológicos publicados, la ausencia de estudios que aborden las diferencias lesionales entre diferentes disciplinas de ballet, y la ausencia de diagnósticos específicos en muchas de las publicaciones existentes, aspectos ya valorados anteriormente, se ponen mucho más de manifiesto al analizar la discusión de las patologías acumulativas encontradas con respecto a entidades clínicas específicas, tanto en general como por disciplinas y sexos.

Además, aunque en las publicaciones sobre alguna lesión o grupo lesional concreto, si se describen en algún caso índices tasas o datos de prevalencia o incidencia lesional, tampoco existe homogeneidad en los datos presentados y habitualmente se describen más con carácter general o con respecto a localizaciones anatómicas que con respecto a entidades clínicas, y por otra parte, cuando se describen estos datos, habitualmente lo hacen en general, sin diferenciar traumáticas de acumulativas, siendo muy excepcional encontrar trabajos dirigidos a estas últimas.

Todo ello permite deducir la gran dificultad existente en encontrar estudios científicos que nos permitan realizar la discusión de nuestros resultados con respecto a estas entidades clínicas, sobre todo si pretendemos realizarla en base a diagnósticos específicos. En este sentido, y sin renunciar a nuestra aportación basada en diagnósticos clínicos específicos que sin duda permite un valor relativo más preciso, el agrupamiento de entidades clínicas que también hemos realizado, nos ha permitido, aunque en segundo plano, además de un mejor estudio de la significación estadística que en caso contrario podría quedar enmascarada, facilitar de algún modo comparar nuestros datos con otros estudios, habitualmente con diagnósticos más generales, y en los que muchas veces determinadas patologías, como las tendinopatías y/o la patología por sobrecarga mecánica articular que afectan a las regiones de la cadera o tobillo y pie, las lesiones que afectan al segmento lumbar y las que afectan a la articulación fémoro-patelar en la rodilla, suelen presentarse agrupadas.

Con estas consideraciones, vamos a desarrollar a continuación la secuencia de la discusión de las entidades clínicas en función de la prevalencia obtenida en nuestro estudio y la localización anatómica por orden decreciente. De esta forma, nos referiremos en primer lugar al síndrome femoro-patelar y el resto de las patologías de relevancia por entidad clínica en la región anatómica de la rodilla, para a continuación centrarnos en la lumbalgia y el resto de las lesiones de columna más significativas, la tendinopatía aquilea y las lesiones más prevalentes de las regiones anatómicas del tobillo y pie, la cadera en resorte y las lesiones de cadera, las entidades clínicas más relevantes del muslo y de la pierna, y finalmente las lesiones del hombro en la extremidad superior.

El hecho de que desde el punto de vista biomecánico, la fuerza de reacción de la articulación femoro-patelar signifique el triple del peso corporal durante la ejecución de algunos gestos técnicos tan representativos del ballet como las flexo-extensiones de rodilla, y que los riesgos de descompensación de esta articulación se incrementen, tanto cuando estos se realizan repetitivamente en posiciones naturales siguiendo los ejes biomecánicos, como y sobre todo, cuando se ejecutan forzando los límites individuales de la anatomía funcional propia de cada bailarín atendiendo a mecanismos patomecánicos, hace que en el ballet, el **síndrome femoro-patelar** o dolor en cara anterior de rodilla, sea un claro ejemplo de patología acumulativa por microtraumatismos de repetición, excluyendo de este diagnóstico otras causas de dolor peripatelar de etiología traumática aguda, que tendrán su propio diagnóstico clínico en función de su etiopatogenia.

Este síndrome, que en nuestro estudio significa la primera entidad clínica en prevalencia con carácter global y también en general entre las mujeres, es también considerado por algunos autores (*Ivkovic, Franic, & Bojanik, 2007*), la patología probablemente más frecuente en el deporte en general, siendo el paradigma de la influencia de las alteraciones biomecánicas y de determinados factores intrínsecos y extrínsecos de exposición, en la elevada prevalencia de las lesiones acumulativas en disciplinas atléticas individuales y de elevados requerimientos técnicos como es el ballet. Así, el dolor peripatelar era también el diagnóstico más frecuente en estudios clásicos (*Rovere, Webb, Gristina & Vogel, 1983; Reid, 1988*), en los que se indicaba que este síndrome era más frecuente en bailarines más jóvenes, aspecto que como veremos, coincide con lo obtenido por nosotros en este estudio. Además, se conoce su mayor frecuencia en mujeres con mayor debilidad en la fuerza de abducción y rotación externa de cadera (*Cichanowski et al, 2007*), en presencia de desalineaciones fémoro-patelares o con debilidades y desequilibrios musculares. En estas situaciones, ya hemos visto que puede favorecerse una debilidad y sobrecarga de la articulación fémoro-patelar en plié, y sobre todo en los gestos que requieran una rotación externa forzada *en dehors*, cuando la rotación externa natural de la cadera es débil y se produce un mecanismo descompensador para alcanzar mayores grados de rotación externa de los miembros inferiores, siendo esto más frecuente, en nuestra experiencia, cuando la rotación externa de la cadera es inferior a 45°, y bien por las exigencias de la técnica o del propio bailarín, se fuerza el *en-dehors* a expensas habitual e inicialmente, de la aparición del componente pronatorio del pie.

Uno de los factores señalados e implicados en los cambios patomecánicos que conducen a la presencia de este síndrome en el ballet, las desalineaciones fémoro-patelares, pueden producirse entre otros, como consecuencia de una torsión tibial externa, que desembocará en una lateralización de la tuberosidad anterior de la tibia, lugar de inserción del tendón rotuliano, obligando a la rótula a desplazarse externamente y provocando dolor en cara anterior de rodilla en la ejecución de saltos o plié con carácter repetitivo.

Por ello, esta lateralización de la tuberosidad anterior de la tibia, entre otros factores como la excesiva pronación del pie, el pie plano o cavo, o la patela alta o baja, serán factores que predispondrán también a la aparición de la **tendinopatía patelar** en el ballet, que como ya hemos visto representa la tercera entidad clínica en prevalencia con carácter global en este estudio, y también con elevada prevalencia en general en ambos sexos, y en todas las disciplinas, aunque fundamentalmente entre los hombres de clásico. En esta tendinopatía, el factor desencadenante más reconocido en la literatura científica es la excesiva tensión del sistema extensor de la rodilla ante saltos repetitivos (*Ivkovic et al, 2007; Lozano & Vargas, 2010*), siendo su lesión más habitual la entesopatía por exposición a microtraumatismos de repetición en tracción del polo inferior de la rótula, también denominada *jumper's knee* (*Blazina et al, 1973*).

Estas tendinopatías patelares pueden aparecer en ocasiones englobadas con otras lesiones que afectan a la articulación femoro-patelar y cara anterior de rodilla bajo el término genérico de patología fémoro-patelar, pero cuando se valora de manera independiente en el ballet, como en este caso hemos realizado, su prevalencia suele ser destacable, existiendo estudios donde incluso se describe como la patología más prevalente en la rodilla del ballet (*Nilsson et al, 2001*).

Las dificultades para realizar una adecuada discusión de nuestros datos, disminuyen de alguna manera cuando las patologías acumulativas de la cara anterior de rodilla, incluyendo por tanto las dos patologías ya analizadas, las englobamos bajo el epígrafe de **patología femoro-patelar**, que por otra parte, muy bien podría traducir la denominada **rodilla del bailarín o dancer's knee**, término descrito en la literatura para expresar la asociación entre el estrés de las estructuras anteromediales de rodilla, provocado en muchas ocasiones por los *mecanismos descompensadores del en dehors* asociados a otros gestos técnicos característicos del ballet como los *relevés*, y las tendinopatías patelares por exposición a microtraumatismos de repetición, sobre todo en este caso por saltos repetitivos (*rodilla del saltador o jumper's knee*) (*Howse, 1972; Sammarco, 1983; Reid et al, 1987*).

Esta patología femoro-patelar, con la mencionada agrupación por entidades nosológicas, ocupa en nuestro estudio el segundo lugar en prevalencia general por detrás y muy cerca de la lumbalgia en general, tal y como ocurría en un estudio realizado también por nosotros en 1996 (*Sobrino & Guillén, 1996*), que no obstante presentaba un tamaño muestral y un periodo de estudio inferiores al que aquí se presenta. Como diferencias al respecto de esta patología femoro-patelar entre estos dos estudios, indicar con las matizaciones indicadas, unas cifras de prevalencia general en hombres muy similar, si bien en mujeres la diferencia es mayor y mientras que entonces era menos prevalente que la lumbalgia, en cambio en el actual significa la primera entidad agrupada, destacando además la prevalencia de esta patología sobre todo en la disciplina de clásico, lo que de alguna manera expresa el mayor riesgo de exposición a esta patología en las disciplinas de mayores requerimientos y exigencias técnicas y por tanto las más expuestas a mecanismos descompensadores, que a menudo en el ballet, como hemos visto en el *en dehors*, afectan a esta articulación femoro-patelar.

Si las dos anteriores son las lesiones con mayor prevalencia lesional en esta muestra en la región anatómica de la rodilla, otra entidad clínica acumulativa relevante es sin duda la condropatía de esta articulación, refiriéndonos más concretamente a la que afecta a la articulación fémoro-tibial puesto que las que afectan a la femoro-patelar traducen su clínica habitualmente en el ya abordado síndrome fémoro-patelar. Estas condropatías, significan en general, la décima entidad clínica en prevalencia en esta muestra, más elevada en hombres, destacando al valorarla por disciplinas su prevalencia entre las mujeres de neoclásico, pero sobre todo la elevada prevalencia en general en la disciplina de contemporáneo, también más en hombres, lo que por otra parte resulta bastante razonable si consideramos que esta disciplina es la más atlética del ballet, y que en la etiología de estas lesiones, frecuentes en disciplinas atléticas de salto y carrera, el impacto repetitivo es tal vez el factor principal.

Finalmente, precisar dos consideraciones que podrían resultar controvertidas con respecto a las lesiones de rodilla objetivadas. En primer lugar, indicar la inclusión entre este grupo de lesiones de naturaleza acumulativa y no traumática que afectan a la rodilla, de dos casos de meniscopatías, que no se consideraron de etiología traumática, en ambos casos, por la ausencia de mecanismo de producción conocido y la presencia de dolor en interlínea de instauración lenta y progresiva sin acompañarse de otros hallazgos clínicos ni objetivarse otras alteraciones en las pruebas complementarias, excepto cambios degenerativos sin evidencia de rotura. En segundo lugar, destacar un caso de inflamación de la grasa de Hoffa,

de instauración lenta y progresiva en este caso y sin antecedente traumático, como corresponde a las lesiones acumulativas, que aunque muchas veces inadvertida y origen de dolor en cara anterior de rodilla, fue incluida en el grupo de “otras gonalgias”, una vez objetivada por RMN la inflamación de esta grasa infrapatelar, y ser este diagnóstico el principal en el cuadro clínico.

Con respecto a las entidades clínicas que afectan a la columna, hemos podido comprobar que entre ellas destaca la **lumbalgia mecánica**, cuarta entidad clínica en prevalencia general en nuestra muestra.

El dolor lumbar de origen mecánico que aparece con el esfuerzo se relaciona muchas veces con una incorrecta mecánica corporal aunque pueden existir otros factores. Un pobre acondicionamiento muscular, un déficit del calentamiento, incluso la ausencia de estiramientos posteriores a ciertas actividades físicas, son también factores a considerar. Además después de un primer episodio, el riesgo potencial de volver a padecer otro se incrementa, por lo que lesiones insuficientemente tratadas o sin seguimiento de unas pautas de prevención por parte del bailarín, favorecerán estas recaídas.

No es fácil, como ocurre con otras patologías, encontrar datos de prevalencia para esta entidad clínica en otros estudios del ballet, y cuando se observan suelen referirse, como ocurre con la patología femoro-patelar, a la **lumbalgia** en general, entidad nosológica que agrupada, significa en nuestro estudio como hemos visto, la primera patología en prevalencia con carácter global, con cifras muy similares a las que encontramos en un estudio previo (*Sobrino & Guillén, 1996*). No obstante y pese a ello, entendemos que es necesaria la especificación lesional, que diferencie como nosotros hemos realizado en este caso, la lumbalgia mecánica cuyo origen está ligado de una u otra forma a la presencia de dolor principalmente por afectación de las estructuras implicadas en el segmento móvil raquídeo, de por ejemplo, las lesiones principalmente musculares de la región lumbar, que también presentan un peso específico importante.

En este sentido, un aspecto que podría resultar controvertido con respecto a las lesiones musculares, tanto de esta región anatómica como de cualquier otra, es su catalogación como entidad clínica de carácter agudo o bien de carácter acumulativo. Así, en la literatura se describe que las lesiones acumulativas por sobrecarga tisular muscular tras la exposición a microtraumatismos de repetición, aunque cursen habitualmente con dolor de carácter agudo, son las más frecuentes (*Peterson, 1986; Noonan & Garrett, 1999; Skinner et al, 2001; Orchard, 2003; Turmo, 2005*). Además, en este caso, el hecho de que la asistencia médica dada a los bailarines en este estudio no haya sido una atención de campo, ha facilitado esta diferenciación ya que muchas de las lesiones musculares de carácter agudo, banales, no llegaron a ser valoradas por nosotros en consulta.

Por otra parte, es importante precisar que si bien en muchas de las lesiones raquídeas la presencia de una contractura muscular como signo asociado a la principal es frecuente, su presencia como signo asociado no ha significado condición suficiente para catalogarla como lesión, contabilizándose tan sólo aquellas que cumplieran el criterio de patología principal y de ser de instauración progresiva en la historia clínica.

Tenga el origen específico que fuere, lo que sí parece claro de las aportaciones encontradas en la literatura científica con respecto a la lumbalgia en general en el ballet, es la importancia de los factores etiopatogénicos que se encuentran asociados. Así el hecho de que el aprendizaje de la danza suela empezar a edades muy tempranas, con la consiguiente inmadurez de sus practicantes y dedicando un número considerable de horas intensas de trabajo, son algunos de los factores esgrimidos en la génesis del dolor de espalda, sobre todo

cuando además se asocian cambios patomecánicos como consecuencia de una insuficiente preparación física y técnica. En este sentido, la debilidad muscular de los glúteos, aductores, isquiotibiales y abdominales, la hiperextensión de rodillas, o la incorrecta colocación del peso del cuerpo y brazos hacia atrás, junto al movimiento de extensión del tronco en el ballet clásico a través de *arabesques* y *cambreés*, combinados con *en dehors* forzados, provocarían una inclinación pélvica anterior incrementando la lordosis lumbar y la sobrecarga de las articulaciones posteriores, siendo también estos gestos técnicos responsables del dolor de espalda cervical e incluso dorsal, señalándose la dorsalgia con o sin contracturas del trapecio y/o del angular de la escápula, como una de las dolencias más comunes en el “bailaor de flamenco” (Howse, 2002c; Lozano y cols 2008).

La importancia de esta patología, se objetiva también en otros estudios, donde se significa que el 44% de las bailarinas analizadas habían sufrido lumbalgia alguna vez en su vida artística, frente al 6% de cervicalgias y 3% de dorsalgias (Lozano y cols, 2008). Aunque, ya hemos visto que los resultados que se aportan en la literatura son muy diferentes si se obtienen a través de un cuestionario o a través de una exploración clínica y pruebas complementarias, y salvando las diferencias existentes entre los estudios, nuestros resultados, como ya hemos visto, también manifiestan esta misma tendencia.

Significando algunos datos que nos ayuden a interpretar mejor la patomecánica de las lesiones de columna en esta muestra con arreglo a las disciplinas predominantemente practicadas, señalar el síndrome facetario entre las mujeres de clásico y hombres y mujeres de español, la elevada prevalencia de lesiones musculares tanto de columna cervical como dorsal y lumbar entre las mujeres de español, la importancia de la lumbalgia mecánica en contemporáneo y en menor medida en neoclásico, y la de las discopatías lumbares entre los hombres de contemporáneo y de las cervicales en la disciplina de español.

Estos datos nos dan la idea, ya esgrimida por otros autores en la literatura de referencia, sobre el incremento de los gestos técnicos que provocan un aumento de la lordosis lumbar entre los que practican las disciplinas más técnicas, sobre todo mujeres, y más en clásico, aunque también en español, y que en nuestra opinión, y como indicamos para el síndrome femoro-patelar, también está relacionada en muchas ocasiones con la necesidad de alcanzar un mayor *en dehors* en aquellos profesionales con una insuficiente rotación natural de caderas, y que requieren para alcanzarlo de cambios patomecánicos descompensadores, como son el componente pronatorio del pie y la hiperlordosis lumbar. Además, se describe que el incremento del ángulo lumbar o incluso un desequilibrio muscular por debilidad de los abdominales, puede ser la causa de la aparición del dolor lumbar en español (Echegoyen y cols, 2010), disciplina en la que los gestos técnicos repetitivos del cuello, tronco y extremidades, la elevada cantidad de impactos cuando se incorpora el zapateado e incluso la altura del tacón, justificarían la alta prevalencia de lesiones de espalda (Lozano y cols, 2008), describiéndose hasta un 15,3% de prevalencia de lumbalgia en esta disciplina (Echegoyen y cols, 2010), valor que incluso es algo inferior al objetivado por nosotros en este estudio, y en el que además podemos observar que es superado por la alcanzada para la disciplina de contemporáneo. En este sentido, el hecho de una prevalencia más elevada de lumbalgia en esta disciplina de contemporáneo con respecto al resto de las analizadas, es debido fundamentalmente a la elevada prevalencia de lumbalgia mecánica para ambos sexos aunque más en hombres, y de las discopatías en estos últimos, todas ellas en gran parte relacionadas con la gran libertad de movimientos y torsiones de tronco que caracterizan a esta disciplina, y donde además de los portees que en ocasiones se producen fuera de eje, son muy habituales los impactos repetitivos como veíamos también al referirnos a las condropatías en esta misma disciplina.

Con respecto las **discopatías**, queremos destacar algunos trabajos realizados sobre la influencia del ballet en la aparición de lesiones discales en el segmento lumbar (*Capel, Santonja & Medina, 2009*), en los que se concluye, tras un estudio por resonancia nuclear magnética (RMN) de columna lumbar en decúbito realizado a dos grupos, de los que sólo uno era de bailarinas, que el ballet no puede ser considerado como factor de riesgo para degeneración discal lumbar en mujeres, por no encontrar datos superiores al grupo control. En este sentido, precisar que la prevalencia de discopatías lumbares entre las bailarinas profesionales de esta muestra tampoco es elevada, si bien en hombres, tanto con carácter general como sobre todo para la disciplina de *contemporáneo* y en menor medida *español*, los valores son superiores. Con respecto a esto, cabe precisar que para muchos, la primera causa de dolor lumbar en la edad de practicar deporte tiene su origen en una discopatía acumulativa microtraumática que a menudo afecta a la biomecánica del segmento móvil raquídeo, y por tanto es lógico que en hombres, más expuestos a requerimientos atléticos, y sobre todo en disciplinas más atléticas como el *contemporáneo*, la prevalencia sea superior. En estos casos, pensamos que hay que considerar la posibilidad de que una sobresolicitación mecánica repetitiva que cause fatiga tisular y por tanto además alteraciones bioquímicas, pueda producir un deterioro progresivo y degenerativo del disco con iniciales fisuras en las fibras colágenas del anillo y la potencial progresión a hernia discal ulteriormente, sobre todo si se mantiene la exposición a microtraumatismos de repetición (*Guillén & Concejero, 1995*).

En otras ocasiones, ante esfuerzos cíclicos en hiperextensión durante la práctica del ballet, sobre todo en bailarines jóvenes, y en presencia de unos factores intrínsecos de predisposición como puede ser una vulnerabilidad de la pars interarticularis, pueden producirse espondilolisis (*Henssinger, 1989; Barberana & Villas-Tomé 1995*). En este sentido, precisar que si bien algunos autores indican que hasta el 47% de los adolescentes con este tipo de dolor sufren esta patología, y otros indican que las espondilólisis/listesis son una causa frecuente de dolor lumbar bajo en atletas (*Amari, Sakai & Katoh, 2009*), en este estudio tan sólo se ha detectado un caso en un bailarín de *contemporáneo*.

Por otra parte, significar un criterio diagnóstico seguido en este estudio, y que aunque sin relevancia en cuanto a su prevalencia, afecta a un cuadro con lumbalgia. Se trata de un bailarín de neoclásico en el que se objetivó la presencia de un cierre incompleto del arco posterior de la quinta vértebra lumbar asociado a una vértebra de transición lumbo-sacra, como origen principal de su cuadro lumbálgico mecánico tras la exposición acumulativa a microtraumatismos de repetición, decidiendo en este caso que este hallazgo radiológico tomara rango de diagnóstico clínico específico, al significar estas anomalías morfológicas la causa principal del cuadro clínico, y de esta forma diferenciarlo de otros casos diagnosticados de lumbalgia mecánica.

Con respecto a la **tendinopatía aquilea**, esta significa la segunda entidad clínica específica en prevalencia en general en esta muestra, siendo mayor en hombres y sobre todo en la disciplina de neoclásico, aunque con una prevalencia elevada en todas las disciplinas y sexos. Esta tendinopatía afecta sobre todo y en general, a deportes y actividades atléticas que como el ballet, requieren en gran medida la carrera y/o el salto, siendo los principales factores favorecedores de su aparición, los errores en la estructura y metodología de los ensayos o entrenamientos, seguidos por este orden de la hiperpronación del pie, una deficiente flexibilidad del tríceps sural y la utilización de un calzado inadecuado (*Clement, Taunton & Smart., 1984*). Específicamente en el ballet, la fatiga de los diferentes grupos musculares de los miembros inferiores sobre todo de los gemelos, pueden ser uno de los factores etiopatogénicos relacionados con su aparición. Esto puede ocurrir cuando existe una

hiperextensión de rodillas, a veces por errores en el aprendizaje de la técnica al trabajar con el peso excesivamente retrasado, provocando de esta manera una utilización excesiva de los gastrocnemios. Si además, en mujeres, existe una falta de entrenamiento en clase de la postura de *tres cuartos de pointe*, por otra parte imprescindible en todos los saltos y caídas y también para elevar el pie a la posición de puntas, o existe cualquier otro factor que determine una postura en *puntas* poco natural, como podría darse ante la presencia de un Os trigonum o tubérculo posterior del astrágalo largo, o incluso por trabajar sobre un escenario inclinado, la tendinopatía de Aquiles puede llegar a ser frecuentemente su resultado.

En cuanto a su prevalencia, los datos referidos en este estudio, son similares a los aportados por otros autores que relatan un 9% (Hillier, Peace & Hulme, 2004). En este mismo sentido se expresan también algunos otros, cuando indican que con carácter general, es la patología más prevalente en el pie del bailarín seguida de la fascitis plantar (Walls et al, 2010), aspecto que sin embargo, no es observado en un estudio realizado entre compañías alemanas, que señala a la tendinopatía del flexor hallucis longus (HFL) no sólo como la tendinopatía más prevalente por delante de la que afecta a los tendones peroneos y al Aquiles, por este orden, sino también como la lesión por microtraumatismos de repetición más prevalente en la región anatómica del tobillo-pie, donde también destacan la prevalencia de metatarsalgias, sobre todo en mujeres (10%) (Arendt & Kerschbaumer, 2003)

Con respecto a estos datos, indicar que si bien la prevalencia de talalgias y fascitis plantares en esta muestra no es tan representativa como en otros estudios, en cambio si es destacable la importancia en nuestro estudio de la **tendinopatía del HFL**, que si no fuera por la tendinopatía aquilea, primera tendinopatía y también primera entidad clínica acumulativa en esta región anatómica, representaría el mismo papel que el reflejado en los estudios de Arendt (2003). Esto es así, ya que si bien de manera aislada su prevalencia en general es incluso inferior, no sólo a la aquilea, sino también a la que afecta a los tendones peroneos, su presencia la hemos objetivado además en los casos diagnosticados de síndrome de Os trigonum. Este síndrome, provocado por la presencia de un tubérculo posterior largo o un os-trigonum, hueso supernumerario en la cara posterior del astrágalo, en el caso de actividades como el ballet producen un compromiso de espacio a la flexión plantar forzada y repetitiva del pie por la acción de relevé a punta y media punta, caracterizándose por la presencia de cambios inflamatorios en la cápsula posterior del tobillo, una reacción inflamatoria sinovial, alteraciones condrales asociadas y la asociación de una eventual tenosinovitis del flexor hallucis longus, que en nuestro estudio, y como hemos descrito, estaba asociada en todos los casos. Aunque podría resultar sorprendente que este síndrome esté más presente en nuestro estudio en hombres que en mujeres, y en disciplinas en principio no relacionadas directamente, al menos el contemporáneo, con el uso de las puntas, cabe decir al respecto que el 10% de la población general presenta esta variante anatómica (Brodsky & Khalil, 1987), y que es además independiente del sexo y obviamente en este caso también de la disciplina. Además, aunque lógicamente es en mujeres de clásico donde más se utilizan las puntas, estas también son un calzado frecuente en neoclásico, y por otra parte la acción de relevé es común a hombres y mujeres en cualquier disciplina de ballet.

Con respecto a la **tendinopatía del grupo peroneo**, se describe en la literatura su relación con un aumento de su tensión como consecuencia de la contractura permanente *en dehors*, pero también como consecuencia de esguinces de repetición en tobillos, la entidad clínica más prevalente en ballet, aunque no valorada en este estudio por su naturaleza traumática aguda. En este estudio, su prevalencia es mayor en mujeres, sobre todo en las disciplinas de contemporáneo y neoclásico.

El papel de otras tendinopatías del tobillo o pie, como las del tibial anterior o tibial posterior, aunque algo más elevada en mujeres, es no obstante bastante inferior a las anteriormente descritas. En este sentido y aunque se indica por algunos autores la importancia de la que afecta sobre todo al tibial posterior (*LLanos Alcazar, Rojo González, Alvarez Sainz & Viladot Pericé, 1997*), y se describe esta tendinopatía como consecuencia de saltos repetitivos, cambios de suelo, posición mantenida en puntas coincidente con debilidad de los músculos intrínsecos del pie, o incluso con un intento de contrarrestar los pies pronados, en esta muestra su prevalencia es menor, significando en este sentido algún estudio que relaciona como nosotros, una mayor prevalencia de lesiones de los tendones peroneos con respecto a las tendinopatías del tibial posterior en el ballet, precisando que estas últimas son menos frecuentes que en otros deportes o actividades atléticas (*Hodgkins & Kennedy, 2008*)

Por otra parte, y aunque veíamos que algunos autores señalan las metatarsalgias como una patología muy prevalente en ballet alcanzando en mujeres el 10% (*Arendt & Kerschbaumer, 2003*), otros señalan que las lesiones acumulativas por microtraumatismos de repetición más frecuentes en el pie, junto a las lesiones de partes blandas, son las fracturas de estrés (*Albisetti et al, 2010*). En cuanto a las metatarsalgias, más relacionadas biomecánicamente con el denominado síndrome de insuficiencia del primer radio (*Viladot, 1997; Núñez Samper, 1997*), nuestra prevalencia dista mucho de la observada por *Arendt (2003)*, siendo algo más elevada en hombres, y sobre todo en la disciplina de contemporáneo. Curiosamente, es en esta misma disciplina donde destaca la prevalencia de sesamoiditis del primer dedo del pie, patología relacionada biomecánicamente, contrariamente a las metatarsalgias, con el denominado síndrome de sobrecarga del primer radio del pie (*Viladot, 1997; Núñez Samper, 1997*) y también relacionada con la presencia de un componente pronatorio, y que alcanza entre las mujeres de contemporáneo en nuestro estudio, una prevalencia muy similar a la obtenido por nosotros en un estudio previo (*Sobrino & Guillén, 1996*). El hecho de que estas dos patologías, en principio antagónicas biomecánicamente, sean más prevalentes en la disciplina de contemporáneo, debe hacernos pensar en que independientemente de las características anatomofuncionales de los pies, puedan existir algunos factores ambientales o extrínsecos asociados, influyendo también en este caso, las características atléticas que configuran esta disciplina, especialmente la frecuente ausencia de calzado. Este aspecto lo hemos objetivado nosotros en otras series de aficionados que practican principalmente esta disciplina, y en las que hemos encontrado algún caso de osteocondrosis de los sesamoideos del primer metatarsiano o enfermedad de Renander (*Renander, 1924*), como también se describe por otros autores en la literatura de referencia (*Renander, 1924; Viladot, 1997; Núñez Samper, 1997*).

Más representativo es el papel de la **patología acumulativa por sobrecarga** que afecta a tres articulaciones del **pie**: mediotarsiana o de Lisfranc, interfalángica del primer dedo y metatarsofalángica del primer dedo. De entre ellas, es sin duda la que afecta a la **metatarsofalángica del primer dedo** la más destacable, significando con carácter global la quinta entidad en prevalencia, habiendo observado anteriormente en resultados que es una patología con marcado incremento en función del sexo, en este caso más en hombres donde es la segunda, y sobre todo en *contemporáneo*. El hecho de que esta entidad clínica la encontremos más frecuentemente en hombres no debería extrañar, dado que el estrés de esta articulación parece estar relacionado con bailarines que fuerzan su *en dehors* y presentan un aumento del componente pronatorio, pero a diferencia de lo que cabría esperar, no tanto por las puntas (*Howse, 2002c; Kadel, 2006*). Esta circunstancia podría explicar su mayor prevalencia en esta muestra en bailarines de *contemporáneo*, sobre todo por el marcado componente atlético de esta disciplina que requiere además en muchas ocasiones bailar descalzos. Asimismo es importante destacar, que como se comprueba del análisis de nuestros

resultados, y en relación con lo descrito en la literatura científica de referencia (*Einarsdottir et al, 1995*), no hemos considerado como patología la presencia de la deformidad en hallux valgus, por otra parte no más frecuente en bailarines que en la población general, aunque sí en cambio las bursitis clínica no traumática de esta articulación, aunque de escasa prevalencia como patología principal en este estudio.

Si la sobrecarga mecánica de la articulación metatarsofalángica afecta fundamentalmente como hemos visto a hombres, no ocurre lo mismo con la que afecta a la interfalángica del primer dedo y a la articulación de Lisfranc, ambas con una prevalencia inferior y claramente relacionadas con la acción repetitiva del *relevé a media punta y punta* en el caso de la interfalángica y con la flexión plantar forzada sobre todo en *puntas* en Lisfranc. Aunque la afectación acumulativa de esta última sugeriría que la postura en *puntas* pone en peligro esta articulación, debe indicarse que esta articulación suele afectarse sobre todo por traumatismos agudos tras caídas desde esta posición en flexión plantar con o sin rotación (*Micheli, Sohn & Solomon, 1985*).

Con respecto a las **fracturas de estrés**, destacar las que afectan a la base del segundo metatarsiano, las más representativas en el ballet según la mayoría de los autores (*O'Malley, Hamilton, Huniak & De Franco, 1996*), y como ocurría anteriormente con la patología por sobrecarga mecánica de la articulación metatarsofalángica del primer dedo, también con un marcado incremento en función del sexo, aunque en este caso en mujeres ya que en todos los casos se obtuvieron en ellas y con una prevalencia más destacable en *clásico* y en menor medida en *contemporáneo*, aunque en cualquier caso con un papel menos representativo del que se indica en otros estudios (*Albisetti et al, 2010*), donde incluso alcanzan el 12,6% en bailarinas que no han alcanzado la madurez esquelética. Entre los factores etiopatogénicos que se describen, debe considerarse que el primer y segundo metatarsianos son los que más peso soportan en punta y media punta, indicándose en algunos estudios que un segundo metatarsiano más largo absorbería una gran fuerza de reacción y predispondría al bailarín a esta lesión, aunque no se confirmó evidencia estadística significativa al respecto (*Davidson, Pizarri & Mayes, 2007*). En cualquier caso y a través de cargas repetitivas en ensayos y largas sesiones de trabajo, se produciría una sola fractura de estrés, oblicua, en la superficie plantar y proximal del segundo metatarsiano, rara en otros atletas ya que en estos se suelen presentar en el tercio medio o distal. Además, está descrito su origen multifactorial, habitualmente en mujeres atletas con amenorrea, alteraciones dietéticas y osteopenia (*Nilsson et al, 2001; Kadel, 2006; Davidson et al, 2007*).

La **cadera en resorte** es la entidad clínica más prevalente de la región anatómica de la cadera en este estudio, destacando la cadera en resorte lateral con respecto a la anterior, y sobre todo en mujeres, en las que mientras la lateral es más prevalente en las disciplinas más técnicas como *clásico*, donde significa una de las principales entidades clínicas, y *español*, en cambio la anterior lo es en las disciplinas más atléticas como el *contemporáneo* y el *neoclásico*.

Los resaltes, resortes o clic de cadera, son habituales en ballet (*Sammarco, 1983; Reid, 1988*), aunque se estima que solo una tercera resultan dolorosos (*Morelli & Smith, 2001*). Así, aunque la sintomatología puede aparecer tras ejercicio intenso, los síntomas habitualmente son tolerables, al menos inicialmente, permaneciendo meses o años sin necesitar tratamiento. (*O'Kane & John, 2007*)

Aunque hay estudios (*Winston & Raza, 2007*) que señalan que hasta el 91 % de los bailarines encuestados relataban haber presentado signos compatibles con cadera en resorte, nuestros resultados, con una metodología basada en la exploración clínica y pruebas complementarias que permitan un diagnóstico clínico específico y objetivable, son bastante similares a los que

encontrábamos en un estudio previo (Sobrino & Guillén, 1996) en el que se alcanzó con carácter global una prevalencia del 4,76% , si bien algo alejados de la prevalencia aportada por otros autores que describían hasta un 11,7% (Fernández Palazzi y cols, 1992).

Como se ha descrito para otras patologías, la rotación externa forzada de toda la cadena cinética de los miembros inferiores puede provocar, entre otros factores, la presencia de estos resaltes o resortes de cadera (Larsen, 1986; Kouvalchouk, 2003), también descritos a veces como clics, y que aunque no siempre resultan dolorosos, su sintomatología si representa, como acontece entre los bailarines en nuestro estudio, una causa frecuente de consulta especializada entre los profesionales del ballet, sobre todo cuando como ya hemos descrito para otras lesiones, el *en dehors* se amplía a expensas de mecanismos descompensadores en bailarines con una rotación externa natural de cadera débil .

Se deben al paso brusco de un tendón o de una estructura aponeurótica sobre un relieve óseo. Los más frecuentes son el resalte lateral de la banda iliotibial sobre el trocánter mayor, descrito por primera vez en 1919 (Mayer, 1919), y el resalte anterior, cuya causa más frecuente, aunque no la única, es el roce del *psaos* sobre la eminencia iliopéptica. Habitualmente, la única molestia que produce el resalte es el chasquido, más excepcionalmente, aunque de manera evidente, puede causar dolor, pudiendo estar los síntomas meses o años sin tratamiento (O'Kane & John, 2007). Cuando el dolor esté presente, será muy importante establecer su relación con el resalte descartando otras causas, entre las que podríamos encontrar lesiones intraarticulares del labrum, subluxación recidivante de cadera, alteraciones del cartílago, o cuerpos libres e incluso condromatosis sinovial (Micheli et al, 2007)

Así, en rotación externa forzada y por exposición a microtraumatismos de repetición, es muy probable que se irriten las partes blandas adyacentes como las bursas o los tendones *del psaos en la cara anterior y el tensor de la fascia lata en la lateral*, convirtiéndose estos resortes, habitualmente asintomáticos, en dolorosos y en ocasiones limitantes, sobre todo si se produce una bursitis (Schaberg et al, 1984; Reid, 1988).

En los *laterales*, la causa más común como ya se ha comentado, es cuando *la banda iliotibial, tensor fascia lata o tendón del glúteo mediano*, pasan hacia delante y hacia atrás a través del trocánter mayor. Esta acción da lugar a cadera en resorte cuando una de las bandas de tejido conjuntivo se engruesa con el movimiento. La bursa adyacente también puede inflamarse causando un síndrome doloroso de cadera en resorte en cara externa de cadera.

En los *resaltes anteriores*, la causa más común es cuando el tendón del iliopsoas pasa de anterolateral a posteromedial sobre la espina iliaca antero-inferior (EIAI), trocánter menor o eminencia iliopéptica durante la extensión de cadera de manera repetitiva.

A diferencia de los resaltes anteriores, los laterales o externos, también los más numerosos en algunos estudios además del que aquí se presenta (Howse, 1972; Reid et al, 1987), suelen producirse en la pierna de apoyo cuando se realizan movimientos de rotación, al pasar de la flexión a la extensión o incluso al cambiar el peso, estando más relacionada su aparición, como ya hemos indicado, en bailarines con un pobre *en dehors* y una excesiva inclinación pélvica anterior. En este sentido, se describe que el aumento de la tensión de la banda iliotibial, guarda relación con el aumento del trabajo en abducción y rotación externa durante las rutinas del ballet y prácticamente la exclusión del trabajo en aducción, lo que a su vez se reflejaba en un significativo menor rango de movilidad de la aducción pasiva y rotación interna de caderas, observándose que los bailarines con dolor o chasquido en la cara lateral de cadera y rodilla, presentaban una disminución de la aducción pasiva de caderas (Reid et al, 1987).

Las tendinopatías del psoas iliaco y las coxalgias crónicas anteriores, aisladas y sin clínica de resalte, son otras patologías de la región anatómica de la cadera también frecuentes en nuestro estudio, como también lo son las tendinopatías de los aductores.

No obstante las lesiones del **grupo aductor** más prevalentes en nuestro estudio, no son tanto las tendinopatías como las **lesiones musculares**, que con carácter global representan la sexta entidad clínica en prevalencia, destacando en la disciplina de *español*, donde presentan una destacada prevalencia tanto en hombres como en mujeres. Como ocurre al valorar la patomecánica de otras entidades clínicas ya apuntadas, la rotación externa forzada de toda la cadena cinética de los miembros inferiores, se interpreta como uno de los principales factores a considerar en la aparición de estas lesiones, ya que va a provocar que los aductores no alcancen su función completa y de esta forma se debiliten, afectando además a la estabilidad de la pelvis. Esto ocurrirá cuando se ejecuten determinados ejercicios o gestos técnicos como los *grands battements*, en los que pueden lesionarse los aductores tanto de la extremidad de soporte como de la extremidad que ejecuta, o en el caso de la disciplina de español, disciplina donde son más prevalentes, sobre todo durante la ejecución de su variado y a veces complejo y repetitivo repertorio de la escuela bolera.

Otras lesiones que podrían destacarse de las que afectan al muslo en nuestra muestra, son las lesiones musculares del cuádriceps y del grupo isquiotibial, con una prevalencia similar en general entre sexos en lo que se refiere a las primeras, destacando en ambos casos, y tal y como también ocurría con las lesiones de los músculos aductores, las lesiones de los isquiotibiales entre las mujeres de la disciplina de *español*.

Nuestros resultados, con respecto a las lesiones del grupo isquiotibial, distan no obstante de lo aportado por otros autores, que aunque a través de cuestionarios, indicaban que hasta un 17 % de los bailarines encuestados presentaban lesiones de carácter crónico, caracterizadas por dolor de carácter suave y progresivo, y hasta un 34% cuando estas eran agudas, que solían ocurrir en un área cercana a la tuberosidad isquiática y habitualmente en actividades de entrenamiento de flexibilidad (*Askling, Lund, H. Saartok & Thorstensson., 2002*). Estos músculos biarticulares, son responsables de la flexión de la rodilla y la extensión de la cadera, aconteciendo estos movimientos de manera simultánea con efectos opuestos sobre la longitud de estos músculos en numerosas ocasiones durante la práctica del ballet, postulándose que es durante los cambios rápidos de función excéntrica a concéntrica cuando el musculo es más vulnerable a la lesión, y sugiriéndose a través del modelo de Worrell, que la combinación de alteraciones en la fuerza, flexibilidad y calentamiento, fatiga e incrementa el riesgo de lesión por estiramiento de este grupo muscular (*Petersen & Hölmich, 2005*).

Las **lesiones musculares** que afectan al tríceps sural, fundamentalmente los **gemelos**, son las entidades clínicas más prevalentes entre las patologías que afectan a la pierna en este estudio, presentando una prevalencia similar con carácter global entre sexos, aunque destacando no obstante en las disciplinas de *neoclásico* y *clásico*, y más específicamente entre las mujeres de la primera de ellas, donde representan una de las entidades clínicas más prevalentes, y entre los hombres de *clásico*, aunque con una prevalencia menor a la obtenida en un estudio previo (*Sobrino & Guillén, 1996*).

Los músculos gemelos, tienen un papel indispensable a través de su contracción en la acción del *relevé a media punta o punta*, debilitándose en muchas ocasiones cuando el peso del cuerpo está retrasado o existe un recurvatum. En estas circunstancias, habitualmente producido por la existencia de una pronación del pie y debilidad de los músculos intrínsecos, se producirá el estiramiento de estos grupos musculares, favoreciendo de un lado

su menor resistencia a lesionarse, y de otro su menor acción protectora sobre estructuras como el tendón de Aquiles. En otros gestos técnicos como el *plié*, y ante las condiciones patomecánicas citadas, este grupo muscular así debilitado, también podrá lesionarse.

El músculo más afectado será el gemelo interno, ya que su contracción precede siempre en unos milisegundos a la contracción del externo, de tal forma que en el momento de la contracción muscular, es el gemelo interno quien asume la responsabilidad del movimiento, padeciendo la lesión y protegiendo así al gemelo externo. Suele lesionarse con mayor frecuencia en el tercio medio, aunque no obstante su inserción superior en el cóndilo interno femoral, puede sufrir una elongación, que por estar en el hueco poplíteo se confunde con lesiones de otra naturaleza.

Otras entidades clínicas de referencia en esta muestra localizadas en la pierna, están relacionadas con los **fenómenos de estrés óseo de la tibia**, siendo más frecuentes las periostitis y en segundo lugar las fracturas de estrés, más en mujeres, sobre todo estas últimas, y sin una predilección marcada por ninguna de las disciplinas estudiadas. La prevalencia de estas lesiones en la tibia es, en todos los casos, y como ya hemos visto, menor a la que afecta al segundo metatarsiano, lo que coincide con lo publicado al respecto por otros autores (*Kadel, Teitz & Kronmal, 1992; Kadel, 2006; Hincapie et al, 2008*), que en general también las relacionan más con el sexo femenino, amenorrea, alteraciones dietéticas, osteopenia y jornadas de trabajo superiores a las 5 horas/día. Además, y como ocurre en otras patologías descritas, la rotación externa forzada de toda la cadena cinética de los miembros inferiores, sobre todo asociada a un componente pronatorio del pie y un aumento del recurvatum, pueden favorecer la presencia de estos fenómenos de estrés óseo en la tibia (*Howse, 2002c*), encontrándose también relacionados con saltos repetitivos y un aumento de la dureza del suelo.

La patología de los miembros superiores en el ballet es en general bastante menos importante, destacando sin duda la que afecta al hombro, y más concretamente en esta muestra, las **tendinopatías del manguito rotador** que afectan al tendón supraespinoso, y el síndrome subacromial, ambas prácticamente patrimonio del sexo masculino, sobre todo la primera de las patologías citadas, y en ambos casos más prevalentes en esta muestra en la disciplina de contemporáneo. Nuestras cifras de prevalencia distan de las reflejadas con carácter global por otros autores que describen hasta el 9,5% en hombres y 2,5% entre las mujeres (*Arendt & Kerschbaumer, 2003*), siendo algo más cercanas a las obtenidas por nosotros en un estudio previo, donde obteníamos cifras de prevalencia del 5,12% y 5,72% en hombres de clásico y contemporáneo respectivamente (*Sobrino & Guillén, 1996*). En cualquier caso se mantiene la tendencia en cuanto a la marcada diferencia entre sexos y su relación con los portées descrita en la literatura de referencia (*Leandersson et al, 2011*).

6.2.2.- Prevalencia lesiones acumulativas por localización anatómica

Teniendo en cuenta todas las consideraciones generales apuntadas con anterioridad, la gran mayoría de los autores en la literatura científica de referencia (*Quirk, 1983; Pintos y cols, 1990; Fernández Palazzi y cols, 1992; Milan, 1994; Solomon et al, 1995; Nilsson et al, 2001; Byhring & Bo, 2002; Hincapie et al, 2008; Lozano y cols, 2008; Echegoyen y cols, 2010; Leandersson et al, 2011; Campoy, Coelho & Bastos, 2011; Allen et al, 2012*), indican en común una mayor afectación de los miembros inferiores (65-80%) sobre todo en tobillo-pie, seguidos de la columna (15-25%), y mucho menos frecuentemente de los miembros superiores.

La etiología de las lesiones que afectan a las localizaciones descritas, han sido abordadas en muchos estudios en la literatura científica, recordando la importancia del en dehors inadecuado, los desequilibrios de partes blandas, el funcionamiento reducido del cuádriceps, la pronación del pie, los plies frecuentes, o el trabajo en puntas y media punta, entre los factores relacionados con la afectación de los miembros inferiores. Además, y aunque estos factores también afectarán evidentemente a la columna, esta región se verá también específicamente afectada, entre otros, por la hiperextensión del tronco que facilitará una hiperlordosis de la columna lumbar, y la insuficiencia del psoas. Por otra parte, y como ya hemos apuntado con anterioridad, diferentes factores de riesgo intrínsecos o extrínsecos tales como el calzado o el suelo, entre estos último, también serán factores a considerar (*Milan, 1994*)

No obstante, es necesario destacar de nuevo la importancia de precisar si los datos aportados se obtienen de un reconocimiento y exploración clínica o de encuestas, ya que existen publicaciones basadas en estas últimas, que por ejemplo registran cifras de prevalencia o incidencia de dolor lumbar referido por bailarines muy elevadas, hasta del 70-80% (*Dobson, 2005, Hincapie, 2008*), destacando al respecto un trabajo ya citado, realizado en bailarines de compañías alemanas, sobre las lesiones o molestias referidas en un cuestionario y las lesiones objetivadas por el mismo autor entre los mismos bailarines, y en el que se comprobaba que mientras que a través de un cuestionario las molestias más frecuentes eran las de la columna lumbar (88%) seguidas muy de cerca por la rodilla (80%), en cambio cuando las lesiones se objetivaban a través de un reconocimiento y exploración clínica, el 64% de ellas correspondían a miembros inferiores mientras que en el tronco, incluyendo la columna, la prevalencia era del 24% (*Arendt & Kerschbaumer, 2003*), cifras por tanto similares a lo aportado por la mayoría de los autores.

En nuestro estudio, aunque ya se ha señalado que sólo se basa en las lesiones acumulativas, los resultados obtenidos son muy similares a los aportados por otros autores, comprobando con respecto a los miembros superiores una prevalencia general que en hombres es también muy similar al recogido en otros estudios (*Byhring & Bo, 2002*), y que está relacionado sobre todo con los *portées*. Además, es importante destacar que en general, en nuestro estudio evidenciamos una *diferencia estadísticamente significativa ($p < 0,0001$) en la distribución de prevalencias por localizaciones anatómicas*, objetivando una **mayor prevalencia de lesiones de columna, tobillo, rodilla y pie por este orden** con respecto a otras localizaciones, secuencia que se mantiene en mujeres aunque con una prevalencia de lesiones de cadera similar a la del pie, si bien en hombres, la principal región anatómica afectada es el tobillo. En cualquier caso, y si como se refleja en otros estudios, reunimos las cifras de prevalencia

del complejo anatómico tobillo-pie, este complejo anatómico sería, tanto en general como por disciplinas, la localización más prevalente, ocupando la columna con estas consideraciones, y de manera similar a lo aportado en otros estudios (*Gottschlich & Young, 2011; Allen et al, 2012*), el segundo lugar en prevalencia con la excepción en nuestra muestra del español, donde la columna seguiría siendo la región anatómica más lesionada. Debe destacarse, no obstante, la elevada incidencia de lesiones de la pierna referida en un estudio sobre las lesiones que al menos requirieron un día de reposo, y que fueron sufridas por los bailarines profesionales del *Birmingham Royal Ballet Company* durante 1 año, y que según los resultados aportados, fue incluso superior a las del tobillo, pie, columna o rodilla en ambos sexos (*Allen et al, 2012*), destacando al respecto de este estudio realizado por fisioterapeutas, que una de las principales lesiones descritas por los autores, sobre todo en mujeres, tuvo el diagnóstico de *dolor inespecífico en pierna*.

Por disciplinas, y como se observa en los resultados del estudio, se objetiva una *diferencia estadísticamente significativa ($p=0,01$) con respecto a la distribución de prevalencias de las lesiones por localizaciones anatómicas*, comprobando que la localización con mayor prevalencia de afectación en *clásico* fue la rodilla, la columna en *español*, y el tobillo en *contemporáneo y neoclásico*.

Los datos aportados permiten realizar varias consideraciones cuando analizamos lo descrito en la literatura científica de referencia. Así, aunque diferentes autores ofrecen sus aportaciones al respecto, muchos de ellos lo hacen sin precisar la disciplina de ballet estudiada o contemplando los resultados de diferentes disciplinas con carácter global, y además, no precisando si se trata de lesiones traumáticas o acumulativas. Sólo hemos encontrado dos estudios (*Bowling, 1989; Negus et al, 2005*), el primero sobre profesionales británicas de *clásico y contemporáneo* y el segundo sobre preprofesionales, que aunque aportando unos resultados parcialmente diferentes a los de este estudio, sobre todo el realizado en preprofesionales, son los únicos que hemos encontrado que describen datos de prevalencia lesional específica para las lesiones acumulativas no traumáticas. Otro estudio que podríamos destacar por la diferenciación que describe entre diferentes disciplinas de ballet, es el que fue realizado, aunque a través de un cuestionario, entre los bailarines participantes en el vigesimosexto Festival de Danza de Joinville (*Campoy et al, 2011*), y en el que sobre un total de 377 lesiones referidas durante doce meses, se describió que mientras en ballet clásico las lesiones con mayor frecuencia relativa eran las del complejo tobillo-pie y las del muslo o la pierna, estas últimas lo fueron en contemporáneo.

En cualquier caso, y teniendo en cuenta las consideraciones descritas, se debe indicar que en general los resultados publicados en la literatura científica de referencia sobre diferentes compañías de ballet del mundo (*Garrick & Recqua, 1993; Solomon et al, 1999; Nilsson et al, 2001; Arendt & Kerschbaumer, 2003; Hincapie et al, 2008*), muestran unos resultados similares a los obtenidos por nosotros en este estudio, tanto con carácter general como al analizar específicamente las localizaciones anatómicas más importantes, lo que tampoco es tan sorprendente pese a que nuestros resultados analizan tan sólo las lesiones acumulativas objetivadas y no incluyen las traumáticas, dada la elevada prevalencia de las mismas en el ballet.

Así, con respecto a la prevalencia de lesiones del **tobillo y pie**, nuestros datos son similares a los de la mayoría de los autores, si bien y pese a que se ha descrito que la prevalencia de estas lesiones es mayor en clásico (*Kadel, 2006*), la mayor prevalencia en nuestra muestra pertenece al respecto a la disciplina de contemporáneo seguida de la de neoclásico y clásico, debiendo apuntar además, que si bien se describe que estas lesiones son más frecuentes con carácter general entre las mujeres (*Kadel, 2006*), en este estudio y también en general,

mientras que las lesiones de pie si lo son, las de tobillo son más prevalentes entre los hombres. Debe indicarse asimismo, que los datos de prevalencia general de lesiones de tobillo y pie en nuestro estudio, son algo inferiores a los descritos en Reino Unido con motivo del segundo estudio nacional sobre la salud de los bailarines, y que cifraba cifras de prevalencia de las lesiones de pie en un 25% y del tobillo en el 33% de los encuestados. Tan sólo los bailarines de *neoclásico y contemporáneo*, en cuanto al tobillo, y los de esta última disciplina en cuanto al pie, presentan cifras de prevalencia similares a estos resultados en nuestra serie, precisando además que en el estudio de Reino Unido, la columna, sobre todo a expensas de la región lumbar, era como en nuestro estudio, la región anatómica que más se lesionaba entre los bailarines británicos, si bien en este caso la recogida de datos se realizó a través de un cuestionario (Dobson, 2005). Interesante resulta lo aportado en un estudio sobre los bailarines profesionales de *The Boston Ballet Company*, estudio de una duración similar a la presentada por nosotros, y que si bien muestra datos globales sin diferenciar lesiones traumáticas de las no traumáticas o acumulativas, los resultados son en general bastante similares, siendo también similar la prevalencia que obtiene sobre las lesiones de tobillo (21,2%) y pie (16,6%) (Solomon et al, 1999), por otra parte no diferentes a algunos estudios clásicos (Hamilton et al, 1992).

Con respecto a las lesiones de **columna**, ya hemos observado que son la patología con mayor prevalencia en la disciplina de *español*, aspecto importante que coincide con lo aportado por algunos autores (Lozano & Vargas, 2010), y que es fácil de interpretar si pensamos en las posturas forzadas del tronco acentuadas por los movimientos de brazos y manos en muchos de los gestos técnicos de estos profesionales que practican esta disciplina, y que pueden agravarse si contemplamos los múltiples impactos repetitivos que se producen durante el zapateado, aspecto estudiado por diferentes autores y que puede provocar un fallo en la amortiguación de los impactos vibratorios que alcanzan el raquis, siendo la altura del tacón otro de los factores a considerar en la disciplina de *español*, sobre todo cuando el aprendizaje se comienza a edades muy tempranas, con técnica insuficiente o desequilibrios en los músculos raquídeos, (Hardaker et al, 1986, Lozano & Vargas, 2010; Gottschlich & Young, 2011). Por lo que respecta a lo aportado por otros autores con respecto a la prevalencia de lesiones de columna, nuestros resultados en general, son similares a lo reflejado a grandes rasgos en la literatura de referencia (Hincapie et al, 2008), incluyendo los observados entre los bailarines profesionales de *The Boston Ballet Company* (22,6%) (Solomon et al, 1999).

En cuanto a la prevalencia de lesiones de **rodilla**, indicar que nuestros resultados distan bastante de los aportados por Reid (Reid et al, 1987), autor clásico en los estudios sobre la danza, y que aportó cifras de prevalencia lesional para rodilla del 40%. No obstante debe precisarse que los estudios de Reid se refirieron al *ballet clásico*, donde nosotros encontramos también cifras de prevalencia elevada en la rodilla, región anatómica que resultó la más afectada en esta disciplina, sobre todo a expensas de la patología femoro-patelar, muy relacionada con los mecanismos descompensadores que intentan ampliar gestos como el *en dehors* sobre todo en las disciplinas más técnicas. En cualquier caso, nuestros datos de prevalencia general, algo más elevada en hombres, son muy similares a los reflejados por otros autores que reflejan cifras del 20% (Hincapie et al, 2008), aunque en este caso bastante superiores a lo reflejado en el estudio sobre los bailarines de *The Boston Ballet Company* (8,7%) (Solomon et al, 1999) y a otros estudios anteriores (13,96%) aunque de duración y tamaño muestral bastante inferior al que aquí presentamos (Sobrino & Guillén, 1996).

Nuestros resultados sobre la prevalencia de lesiones de **cadera**, distan también de lo aportado por Reid (Reid et al, 1987), que refleja una prevalencia del 20%. En nuestra muestra y en general, la prevalencia global de lesiones de cadera, más elevada como hemos visto en

mujeres, donde es más elevada la prevalencia de lesiones como la cadera en resorte, es en cualquier caso y con la excepción de lo aportado por algunos autores (*Byhring & Bo, 2002*), inferior a la prevalencia de lesiones de rodilla, aspecto también señalado en estudios clásicos (*Reid et al, 1987; Fernández Palazzi y cols, 1992*). Como ocurre con otras localizaciones excepto la rodilla, nuestros datos generales de prevalencia de lesiones de cadera, también son muy similares a los reflejados al respecto de *The Boston Ballet Company*, si bien en este caso la prevalencia de lesiones de cadera la refieren unida a las del muslo, siendo la cifra (13,1%), algo inferior a la obtenida al respecto por nosotros con carácter general en este estudio.

6.2.3.- Prevalencia lesiones acumulativas por tejido lesionado.

En cuanto a los tejidos afectados, la gran mayoría de los trabajos publicados hacen referencia a que son las lesiones de partes blandas en general las más prevalentes, sobre todo de los miembros inferiores y en segundo lugar de la columna, destacando también en menor medida los fenómenos de estrés óseo. Entre las lesiones de partes blandas destacan las que afectan a las articulaciones principalmente esguinces, las tendinopatías y las lesiones musculares (*Bowling, 1989; Solomon et al, 1999; Byhring & Bo, 2002; Arendt & Kerschbaumer, 2003; Hincapie et al, 2008*). No obstante, la sistemática o metodología de tratamiento de la información referente a los tejidos lesionados que aparece en la literatura de referencia, tal y como ocurre con otras muchas de las variables estudiadas, no es homogénea, no reflejando en muchas ocasiones específicamente el diagnóstico, las características de la población ni la disciplina estudiada, y como también hemos comentado, sin describir claramente si es traumática o acumulativa.

Con estas consideraciones, se debe indicar que en general, son las lesiones musculares, descritas en la literatura principalmente como distensiones, estiramientos, o incluso en ocasiones como dolor muscular, las reflejadas por diferentes autores como las más prevalentes (*Bowling, 1989; Solomon et al, 1999; Arendt & Kerschbaumer, 2003; Gongbing, 2005*) conjuntamente con los esguinces articulares (*Bowling, 1989; Solomon et al, 1999*), siguiéndoles posteriormente las tendinopatías y en menor medida las lesiones óseas (*Solomon et al, 1999*). Entre las diferentes aportaciones, podríamos destacar los resultados obtenidos en Reino Unido a través de la Organización Nacional de Danza y Mimo que establece, a través de cuestionarios en profesionales de 7 compañías británicas de clásico y danza moderna, una prevalencia de lesiones musculares, que señalan como las más frecuentes, del 48% (*Bowling, 1989*), siendo muy interesante lo reflejado entre los bailarines profesionales de *The Boston Ballet Company*, donde se observan cifras de prevalencia para los estiramientos y Esguinces del 34,5%, de un 13,7% para las tendinopatías, o de un 7,8% para las fracturas de estrés, como diagnósticos más destacables (*Solomon et al, 1999*).

En relación con nuestro estudio, ya hemos visto que en general, son las lesiones acumulativas articulares las más prevalentes, seguidas por este orden de las tendinopatías, las lesiones musculares y las óseas, siendo estas dos últimas algo más elevadas en mujeres, *aunque sin evidenciar influencia del sexo en la distribución de prevalencias de lesiones por tejido lesionado, pero si evidenciando en cambio, en general, significación estadística ($p < 0,0001$) en la distribución de prevalencias*, con una prevalencia muy superior a la esperada de

lesiones articulares y tendinosas, y menor de la esperada de lesiones musculares y del tejido óseo.

Por disciplinas, *no se encontraron diferencias significativas en la distribución de prevalencias de lesiones acumulativas entre las distintas disciplinas estudiadas, no evidenciándose asimismo la influencia del sexo en la prevalencia de lesiones acumulativas por tejido lesionado en función de la disciplina de ballet practicada*. No obstante, y aunque se mantiene a grandes rasgos la secuencia general descrita, señalar la mayor prevalencia de lesiones de tejido óseo en *clásico* y en *contemporáneo*, destacando en esta última además, la notable prevalencia de lesiones articulares con respecto al resto de las disciplinas, y en *neoclásico* pero sobre todo en *español*, la prevalencia de lesiones musculares que en esta última disciplina es equiparable a la de las lesiones tendinosas. Con respecto a la disciplina de *clásico*, y además del incremento ya descrito de las lesiones del tejido óseo, destacar el incremento, con respecto a los datos generales expuestos, de las lesiones tendinosas, que no obstante son más prevalentes en *neoclásico*.

Este incremento de la prevalencia de las lesiones óseas en *clásico*, veremos que es a expensas fundamentalmente de los fenómenos de estrés óseo, muy relacionados con la presencia de mecanismos descompensadores para ampliar, entre otros, el *en dehors*, sobre todo en las disciplinas más técnicas, mientras que en *contemporáneo*, la disciplina más atlética y la que requiere una menor estructuración técnica entre todas las estudiadas, está interrelacionado con una sobrecarga mecánica articular por microtraumatismos de repetición, que justifica también el incremento de las patologías articulares en esta disciplina. Con respecto al incremento de las lesiones musculares en *español*, incidir en los cambios de coreografías y de calzado frecuentes, como un factor a considerar.

Como es fácil observar, llama la atención la notable prevalencia de lesiones musculares descrita en algunos estudios, aspecto que no coincide con lo aportado por nosotros en este, ni siquiera si hubiéramos tenido en cuenta todas las lesiones detectadas, incluyendo las traumáticas agudas, que pueden observarse, como hemos visto en el epígrafe de resultados, en la *tabla VIII*, y que tampoco observamos en un estudio anterior (*Sobrino & Guillén, 1996*), debiendo recordar de nuevo a este respecto, un estudio sobre Compañías alemanas, ya referido con anterioridad, y en el que se observó que la mayor prevalencia de lesiones traumáticas, sobre todo de origen muscular, se observaban a través de un cuestionario, modificándose las cifras posteriormente en el mismo colectivo de profesionales cuando los diagnósticos se basaron en la exploración clínica (*Arendt & Kerschbaumer, 2003*). Tal vez por ello, o porque muchas de las lesiones menores o molestias que encontramos en el ballet y deporte son de origen muscular y estas son contempladas por unos autores y por otros no, la prevalencia de lesiones musculares en el deporte en general, oscila entre un 10%-55% (*Järvinen et al, 2005*), lo que refleja claramente la controversia que estas lesiones suscitan.

Para el resto de las lesiones, nuestros resultados no son muy diferentes a lo aportado por otros autores, más si consideramos que nuestro estudio se basa tan sólo en lesiones acumulativas. Así con respecto a las lesiones articulares, las más prevalentes en esta muestra, estas también lo son habitualmente en la literatura de referencia, sobre todo si consideramos los esguinces articulares, principalmente de tobillo. Con respecto a las lesiones óseas los datos de prevalencia que se muestran tampoco son muy diferentes, lo que también puede decirse al respecto de las tendinopatías, muy frecuentes en el ballet profesional, y que como se describe en la literatura científica de referencia, en muchos casos son secundarias a técnica inadecuada, entrenamiento y desarrollo de la actividad no apropiado y a factores intrínsecos de exposición, coexistiendo en muchas ocasiones con otras patologías óseas, ligamentosas y psíquicas (*Hodgkins & Kennedy, 2008*).

6.3.- Prevalencia de lesiones acumulativas por grupos etáreos.

Nuestra experiencia de muchos años atendiendo a bailarines profesionales, y la observación de que había diferencias lesionales entre los más jóvenes y los más veteranos nos animó a ampliar nuestro estudio para intentar definir las. Así, y como ya se describió en el epígrafe correspondiente a Material y Método, y con el objetivo de valorar la influencia de la antigüedad profesional y la edad en la aparición de lesiones en esta muestra de profesionales, se estudiaron las diferencias existentes en cuanto a prevalencia lesional en tres grupos: los bailarines profesionales de menor experiencia profesional y con una edad menor o igual a 21 años, que denominamos didácticamente neoprofesionales, los profesionales con más experiencia y edad comprendida entre 22 y 31 años, así como aquellos otros con una edad igual o superior a 32 años y por tanto mayor experiencia y antigüedad profesional que el resto, que denominamos senior.

No hemos encontrado estudios que entre sus objetivos y metodología realicen este tipo de análisis lesional por grupos etáreos en profesionales, si bien si se valoran las diferencias lesionales entre grupos de edad en aficionados en algún otro (*Leanderson et al, 2011*), y en otros se hace referencia a las diferencias que objetivan al revisar estudios centrados en las lesiones encontradas en preprofesionales con respecto a otros centrados en profesionales (*Bronner et al, 2003; Hincapie et al, 2008*)

Así, y aunque en la literatura científica se indica en algunos estudios (*Hincapie et al, 2008*), que la prevalencia de lesiones tiende a incrementarse en el ballet con el nivel, años de entrenamiento y experiencia profesional, otros también encontraban, de manera similar a lo descrito por *Solomon (1995)*, que los bailarines más jóvenes tenían una gran prevalencia lesional (*Bronner et al, 2003*), apreciación más cercana a nuestros hallazgos, ya que como hemos podido observar en resultados, en esta muestra y con carácter global, la mayor prevalencia de lesiones acumulativas se observa entre los más jóvenes, sobre todo en mujeres, aunque sin *demostrarse diferencias significativas en la prevalencia de estas lesiones entre los grupos de población en que se ha dividido este estudio, ni de manera global ni por sexos.*

La discusión de la distribución de prevalencias de lesiones por entidades clínicas en estos grupos etáreos, como ocurre con otros apartados de este estudio, tiene la dificultad de la ausencia de estudios similares en la literatura científica con respecto a este aspecto, existiendo no obstante algunos que aunque sin establecer una diferenciación clara a respecto, si describen una marcada prevalencia de una determinada patología en un determinado grupo de población acotado a una determinada edad, como ya hemos visto ocurre con la mayor prevalencia de fracturas de estrés en el segundo metatarsiano entre jóvenes que no han alcanzado su madurez esquelética (*Albisetti et al, 2010*), o la mayor prevalencia del síndrome fémoro-patelar entre los bailarines más jóvenes (*Rovere et al, 1983; Reid, 1988*).

En cualquier caso, el análisis de los resultados con respecto a estos grupos etáreos en nuestro estudio, nos aporta datos sin duda muy importantes ya que se comprueba, que entidades como el síndrome fémoro-patelar, el síndrome de os trigonum, la tendinopatía patelar, las fracturas de estrés del segundo metatarsiano, la cadera en resorte lateral o las

lesiones de los músculos aductores, que en esta muestra presentan una *prevalencia mayor en los neoprofesionales y cuya tendencia es ir decreciendo con la edad*, son patologías que como hemos visto tienen su mayor prevalencia en las disciplinas más técnicas como el *clásico y español*, y por tanto las que a priori más exigencias en la ejecución de los gestos técnicos y repetitividad requieren y también las que en principio predispondrían más habitualmente a una mayor exposición a mecanismos descompensadores para alcanzar una mayor amplitud de movimientos que naturalmente no se alcancen. En cambio, la condropatía de rodilla, la discopatía lumbar, o la lumbalgia mecánica entre otras, todas ellas más prevalentes en las disciplinas más atléticas como el *contemporáneo*, significan un claro contrapunto a las anteriores, ya que presentan una *prevalencia que incrementándose con la edad y antigüedad se hacen más prevalentes entre los denominados senior*.

Parecería por tanto, que mientras a edades más tempranas las disciplinas con más exigencias técnicas y más rigurosas en la ejecución de los gestos, son las que más van a favorecer la aparición de lesiones acumulativas relacionadas con la patomecánica del ballet, en las disciplinas con mayor exigencia física pero que conceden una mayor libertad de movimientos, la mayor parte de las lesiones acumulativas se producirían como consecuencia de una sobrecarga mecánica que iría incidiendo con el paso de los años. Además no es improbable que al menos para los neoprofesionales y las disciplinas más técnicas, el mayor número de lesiones se de en aquellos dotados con un menor talento o condición natural y/o insuficiente técnica, y que por tanto requieren de una mayor repetitividad de las acciones y de ciertos mecanismos descompensadores para alcanzar sus objetivos. Estas consideraciones, que exigirían el establecimiento de unas medidas preventivas desde la escuela de ballet para intentar ser controladas, deberían ser, no obstante, contrastadas con estudios rigurosos definidos al respecto.

Por otra parte, destacar también la tendinopatía aquilea, que mantiene una *prevalencia similar durante las diferentes etapas*, y las diferentes lesiones musculares y discales de la columna cervical, que se muestran *más prevalentes entre el grupo más numeroso y una media de edad y antigüedad intermedia, los que hemos denominado profesionales*.

En cuanto a la valoración estadística de los datos anteriores, y como ya se ha comentado con anterioridad, es la prevalencia de lesiones por entidades clínicas agrupadas la que va a permitir en este estudio una valoración más clara, comprobando en este caso la existencia de una *significación estadística ($p=0,008$) en la distribución de prevalencias por grupos etáreos, con una prevalencia muy superior a la esperada de la patología femoro-patelar y los fenómenos de estrés óseo de pierna y pie entre los neoprofesionales*, de las raquialgias no lumbares *entre los profesionales*, y de las lumbalgias, otras gonalgias, principalmente condropatías y las tendinopatías de la cadera y pelvis *entre los denominados senior*.

La discusión de la prevalencia de lesiones por localización anatómica en estos grupos etáreos, aunque nos permite un mayor contraste de resultados con otros estudios, debemos aclarar no obstante, que los estudios a los que se hace referencia, en ningún caso plantean una valoración entre profesionales por grupos de edad o antigüedad, sino entre profesionales y preprofesionales, incluyendo lesiones traumáticas y acumulativas, y con resultados muy diferentes de unos a otros. Así, mientras que en algún estudio como el de *Mc Neal* en 1990 (*Hincapie et al, 2008*) la patología de la región anatómica de la rodilla era la más prevalente entre preprofesionales y el tobillo entre profesionales, en otros centrados tan sólo en preprofesionales, las regiones anatómicas más afectadas correspondían al complejo tobillo-pie, fundamentalmente el primero, siguiéndoles en prevalencia en todos ellos, la articulación de la cadera por delante de la rodilla (*Gamboa et al, 2008; Rodríguez & Sanz, 2008; Negus et al, 2005*). En este sentido, y con respecto a nuestra muestra, centrada en lesiones

acumulativas, y aunque *sin evidenciarse significación estadística*, si debemos destacar una mayor prevalencia de lesiones de tobillo entre los *neoprofesionales*, de columna y pie entre los denominados *profesionales*, y de cadera, pelvis y rodilla entre los *senior*.

Finalmente y con respecto a la distribución de prevalencias de lesiones acumulativas en función del tejido lesionado, y tal y como ocurría con la descrita sobre las entidades clínicas, tampoco hemos encontrado estudios en la literatura científica de referencia que permita contrastar nuestros resultados. En cualquier caso, y aunque *en nuestra muestra, y en cuanto a la distribución de prevalencias de lesiones acumulativas en función del tejido lesionado entre estos grupos de población, no se ha evidenciado significación estadística*, si hemos podido objetivar una prevalencia mayor de lesiones tendinosas y del tejido óseo entre los *neoprofesionales*, con una tendencia a decrecer progresivamente con la edad y antigüedad profesional, de la misma forma que ocurría lo contrario con la articulación, donde se observa un incremento progresivo de lesiones hasta alcanzar la mayor prevalencia entre los denominados *senior*. En el caso de las lesiones musculares, la prevalencia fue prácticamente similar en los tres grupos diferenciados.

Una vez alcanzados nuestros objetivos en el presente estudio y *confirmada la hipótesis de trabajo*, la significativa prevalencia de lesiones acumulativas que se demuestra en nuestro estudio así como las diferencias existentes en función de la disciplina, sexo, edad y/o experiencia profesional, hacen necesario en nuestra opinión, el establecimiento de medidas preventivas en el ballet del tipo de las establecidas en este trabajo en el epígrafe correspondiente de la introducción, que comenzando en las Escuelas y alcanzando también a los profesionales, permitan a través del trabajo en equipo de médicos especialistas, fisioterapeutas, maestros y el resto de los profesionales relacionados con esta actividad, que podría incluir preparadores físicos, evitar o al menos reducir y limitar en lo posible la importante prevalencia e incidencia de estas lesiones del ballet.

En este sentido, y aunque la prevención se considera la mejor forma de tratamiento y también la más eficaz para estos trastornos acumulativos en el deporte y ballet, la eficacia de las medidas preventivas que se instauren deberían ser objeto de estudios científicos rigurosos definidos al respecto.

7. CONCLUSIONES

1. Las lesiones acumulativas por microtraumatismos de repetición, fueron significativamente las más frecuentes entre los bailarines profesionales estudiados, siendo la prevalencia mayor en las disciplinas más técnicas, principalmente el clásico, los profesionales más jóvenes y en general entre las mujeres.
2. Las patologías con mayor prevalencia, y por este orden, fueron el síndrome femoro-patelar, la tendinopatía aquilea, la tendinopatía patelar y la lumbalgia mecánica, siendo el síndrome fémoro-patelar el más frecuente entre las mujeres, y la tendinopatía aquilea entre los hombres. Por disciplinas, la patología fémoro-patelar fue la más prevalente en clásico y neoclásico, mientras que la lumbalgia en general, lo fue en contemporáneo y español.
3. Las lesiones acumulativas por microtraumatismos de repetición en el ballet, afectaron principalmente a las estructuras articulares seguidas de las tendinosas, tanto en general como por disciplinas y sexos. Las localizaciones más frecuentes y por este orden de prevalencia, fueron la columna, la rodilla, el tobillo y el pie.
4. Por grupos de edad, se objetivó que las patologías más prevalentes en las disciplinas más técnicas, como el clásico y el español, lo eran también en el grupo de los profesionales más jóvenes con una tendencia a ir decreciendo con la edad, mientras que las más prevalentes en las disciplinas más atléticas, como el contemporáneo, lo eran entre los profesionales más veteranos.
5. La práctica del ballet clásico, disciplina más estructurada y que requiere una técnica más reglada de las valoradas, fue la que se relacionó específicamente con una mayor prevalencia de lesiones acumulativas, seguida en prevalencia y por este orden, del español, neoclásico y contemporáneo, disciplinas que seguirían un orden decreciente de aplicación de reglas y limitaciones técnicas durante la ejecución de los diferentes ejercicios.

8. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Albisetti, W., Perugia, D., & De Bartolomeo, O. (2010). Stress fractures of the base of the metatarsal bones in young trainee ballet dancers. *International Orthopaedics (SICOT)*, 34, 51-55.
- Alfredson, H., & Cook, J. (2007). A treatment algorithm for managing tendinopathy: new treatment options. *Br J Sports Med*, 41, 211-216.
- Alfredson, H., Forsgren, S., Thorsen, K., & Lorentzon, R. (2001). In vivo mycrodyalisis and inmunohistochemical analyses of tendon tissue demostrated hight amounts of free glutamte and glutamate NMDAR 1 receptors, but no signs of inflammation, in jumper´s knee. *J Orthop Rev.*(19), 881-886.
- Alfredson, H., & Lorentzon, R. (2000). Chronic achilles tendinosis: recomendations for treatment and prevention. *Sports Med*, 29, 135-146.
- Alfredson, H., Pietila, T., & Jonson, P. (1998). Heavy-load eccentric calf muscle training for the treatment of chronic achilles tendinosis. *Am J Sports Med*, 26, 360-366.
- Allen, N., Nevill, A., & Brooks, J. (2012). Ballet injuries: Injury incidence and severity over 1 year. *Journal of Orthopaedic Sports Physical Therapy*, 42(9), 781-790.
- Allman, F. (1984). Exercise in sports medicine. Therapeutic Exercise. In I. B. J. Williams&Wilkins (Ed.), *Exercise in sports medicine* (pp. 485-509). Baltimore: IN Basmajian JV. Williams&Wilkins.
- Alonso, J. (2004). Epidemiología de las lesiones en el atletismo. Una revisión bibliográfica. *Revista de Traumatología del deporte*, 1(4), 24-33.
- Amari, R., Sakai, T., & Katoh, S. (2009). Fresh stress fractures of lumbar pedicles in a adolescent male ballet dancer: Case report and literature review. *Arch Orthop Truma Surg*, 129, 397-401.
- Angulo, C., & Llanos, L. (1997). Cinemática y Cinética del pie. In Masson (Ed.), *Biomecánica , medicina y cirugía del pie*. Mariano N samper y LF Llanos Alcazar. (pp. 59-71). Barcelona: Masson.

- Arandes, R., & Viladot, A. (1954). Biomecánica del calcáneo. *Medico Quirúrgica Barcelona*, 21-25.
- Arendt, Y., & Kerschbaumer, F. (2003). Injury and overuse pattern in professional ballet dancers. *Z Orthop Ihre Grenzgeb*, 141(3), 349-356.
- Armheim, D. (1975). *Dance injuries: Their prevention and care*. St. Louis: Mosby.
- Armstrong, R. (1999). Initial events in exercise-induced muscular injury. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 22, 429-435.
- Arndt, A., Komi, P., Brueggermann, G., & Lukkariniemi, J. (1998). Individual muscle contributions to the in vivo Achilles tendon force. *Clin Biomech (Bristol, Avon)*, 13, 532-541.
- Askling, C., Lund, H., Saartok, T., & Thorstensson, A. (2002). Self reported hamstring injuries in student-dancers. *Medicine and science in sports and exercise*, 12(4), 230-235.
- Bachrach, R. (1986). Diagnosis and management of dance injuries to the lower back: An osteopathic approach. In C. Shell (Ed.), *The dancer as athlete. The 1984 Olympic Scientific Congress Proceeding* (pp. 83-90). Los Angeles: Shell, CG.
- Bahr, R. (2005). Understanding injury mechanism: a key component of preventing injuries in sport. *Br J Sports Med*(39), 324-329.
- Baillon, J. (1983). Lesions articulaires et musculaires chez les danseurs. *Acta Orthopaedica Belgica*, 49(1-2), 112-116.
- Baker, J., Scott, D., & Watkins, K. (2010). Self-reported and reported injury patterns in contemporary dance students. *Med Probl Perform Art*, 25(1), 5-10.
- Ballius, R., & Ballius, X. (1986). Contribución de la biomecánica en la interpretación patogénica y en la prevención de las lesiones deportivas de sobrecarga. *Avances en Traumatología, Cirugía, Rehabilitación, Medicina Preventiva y del deporte*, 16(3), 157-162.
- Barberana, L., & Villas-Tomé, C. (1995). Infiltraciones, fenolizaciones y rizolisis en el tratamiento de los síndromes dolorosos lumbares de origen interapofisario. In M. Medicina (Ed.), *Columna Vertebral. Libro del XXI Symposium Internacional de Traumatología* (pp. 573-590). Madrid: Mapfre Medicina.
- Beiner, J., & Jokl, P. (2001). Muscle contusion injuries: current treatment options. *J Am Acad Orthop Surg*, 9, 227-236.
- Bennell, K., Malcolm, S., Thomas, S., Reid, S., Brukner, P., & Ebeling, P. (1996). Risk factors for stress fractures in track and field athletes: a twelve month prospective study. *American Journal of Sports Medicine*, 24, 810-817.

- Benninghoff, A. (1925). From und bau der gelenkknorpel in ihrem Beziehungen zur Funktion. Zwitter Teil: *Zeitschrift für Zellforschung und mikroskopische Anatomie*, 2, 783-867.
- Blazina, M., Kernan, RK, & Jobe, F. (1973). Jumper's knee. *Orthopedic Clinics of North America*, 6, 363.
- Blevins, F., Djurasovic, M., Flatow, E., & Vogel, K. (1997). Biology of the rotator cuff tendon. *Orthop Clin North Am*, 28, 1-16.
- Bouchard, C., Dionne, F., Simoneau, J., & Boulay, M. (1992). Genetics and aerobic and anaerobic performance. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 20, 27-58.
- Bowling, A. (1989). Injuries to dance: prevalence, treatment and perceptions of causes. *British Medical Journal*, 298, 731-734.
- Bradley, P., & Portas, M. (2007). The relationship between preseason range of motion and muscle strain injury in elite soccer players. *J Strength Cond Res*, 21(4), 1155-1159.
- Brodsky, A., & Khalil, M. (1987). Talar compression syndrome. *Foot and Ankle*, 7(6), 338-344.
- Bronner, S., Ojofeitimi, S., & Rose, D. (2003). Injuries in a modern dance company: effect of comprehensive management of injury incidence and time loss. *Am J Sports Med*, 31(3), 365-373.
- Buckwalter, J., & Lane, N. (1997). Athletics and osteoarthritis. *Am J Sports Med*, 25, 873-881.
- Byhring, S., & Bo, K. (2002). Musculoskeletal injuries in the Norwegian Nacional Ballet: a prospective cohort study. *Medicine and science in sports and exercise*, 12(6), 365-370.
- Calderón, F. (2002). Recuerdo anatomofisiológico de la dinámica muscular y adaptación cardiovascular. El deporte y la actividad física en el aparato locomotor. *Monografías médico-quirúrgicas SECOT*. Tomo 2, 1-22.
- Calvo, J. (1987). Lesiones en la Danza. *ASEMEDA*, 2, 24-26.
- Campoy, F., Coelho, L., & Bastos, F. (2011). Investigation of risk factors and characteristics of dance injuries. *Clin J Sports Med*, 21(6), 493-498.
- Capel, A., Santonja, F., & Medina, D. (2009). Magnetic resonance study of lumbar disk in female dancers. *Am J Sports Med*, 37(6), 1208-1213.
- Casas, L. (2008). Revisión de las estrategias para la prevención de lesiones en el deporte desde la actividad física. *Apunts Medicina de L'sport*, 157, 30-40.

- Catonne, Y. (1990). Lésions traumatiques des tendons des membres inférieurs chez le sportif. *Chair Orthop*, 76, 131-149.
- Cichanowski, H., Schmitt, J., & Johnson, R. (2007). Hip strength in collegiate female athletes with patellofemoral pain. *Med Sci Sports Exerc*, 39(8), 1227-1232.
- Clancy, W. J. (1990). Tendon trauma and overuse injuries. In B. J. Leadbetter WE, Gordon SL (Ed.), *Sport induced inflammation: clinical and basic science concepts* (Vol. 81, pp. 259-278). Philadelphia: Park Ridge II American Academy of Orthopaedics Surgeons.
- Clarkson, P. (1997). Excentric exercise and muscle damage. *Sports Medicine*, 18 (4suppl), 314S-317S.
- Clement, D., Taunton, J., & Smart, G. (1984). Achilles tendinitis and peritendinitis. etiology and treatment. *American Journal of Sports Medicine*, 12, 179-184.
- Clippinger-Robertson, K., Hutton, R., Miller, D., & Nichols, T. (1985). Mechanical and anatomical factors relating to the incidence and etiology of patellofemoral pain in dancers. *Kinesiology for dance*, 7(3), 7-9.
- Cohen, J., Segal, K., Witriol, I., & Meaple, W. (1982). Cardiorespiratory response to ballet exercise and the VO₂max of elite ballet dancers. *Medicine and science in sports and exercise*, 14, 212-217. .
- Cooper, M., & Wolin, P. (2000). Os trigonum syndrome with flexor hallucis longus tendosynovitis in a professional football referee. *Medicine and science in sports and exercise*, 31(7 (suppl)), S493-S503.
- Cooper, R., & Misol, S. (1970). Tendon and ligament insertion: A light and electron microscopic study. *J Bone Joint Surg*, 52A, 1-19.
- Coplan, J. (2002). Ballet dancer's turnout and its relationship to self-reported injury. *Journal of Orthopaedic and Sports Physical Therapy*, 32(11), 579-584.
- Crisco, J., Jolk, P., Heinen, G., Connell, M., & Panjabi, M. (1994). A muscle contusion injury model: biomechanics, physiology and histology. *Am J Sports Med*, 22, 702-710.
- Cámara, R., Guillén, P., Galvez, J., Valls, M., & Miranda, M. (1985). La rodilla del saltador. Tratamiento rehabilitador. *Rehabilitación*, 19(3), 341.
- Davidson, G., Pizarri, T., & Mayes, S. (2007). The influence of second toe and metatarsal length on stress fractures at the base of the second metatarsal in classical dancers. *Foot & Ankle Int*, 28(1), 1082-1086.
- De Doncker, E., & Kowalski, C. (1970). Le pied normal et pathologique. *Acta Orthop Belga*, 36, 386.

- De la Fuente, R., Abad, J., García-Castro, J., Fernández-Ripol, G., Petriz, J., Rubio, D., & Guillén, P. (2004). Dedifferentiated adult articular chondrocytes: a population of human multipotent primitive cells. *Experimental Cell Research (Elsevier)*, 297, 313-328.
- Deleget, A. (2010). Overview of thigh injuries in dance. *J Dance Med Sci*, 14(3), 97-102.
- Dobson, R. (2005). Eight in ten dancer have an injury each year, survey shows. *British Medical Journal*, 17(331), 594.
- Dolgo-Saburoff, B. (1929). Ubre Ursprung und insertion der skelettmuskeln. *Anat Anaz*, 60, 80-87.
- Dufour, M., & Pillu, M. (2006). Cadera. In M. Elsevier (Ed.), *Biomecánica funcional* (pp. 113-142). Barcelona: Mason. Elsevier.
- Dunn, B. (1974). *Therapy for dancers*. London: Heineman Health Books.
- Dvorak, J., Junge, A., Comiak, J., Bauman, T., Peterson, L., Rosh, D., & Hodgson, R. (2000). Risk factor analysis for injuries in football players. Possibilities for a prevention program. *Am J Sports Med*, 28(5), S69-74.
- Echegoyen, S., Acuña, E., & Rodríguez, C. (2010). Injuries in students of three different dance techniques. *Med Probl Perform Artist*, 25(2), 72-74.
- Einarsdóttir, M., Troell, S., & Wykman, A. (1995). Hallux Valgus in ballet dancers: A myth? *Foot and Ankle*, 16(2), 92-94.
- Ekstrand, J., & Gillquist, J. (1983). Soccer injuries and their mechanism; a prospective study. *Medicine and science in sports and exercise*, 15, 267-270.
- Esparza, F., Calvo, M., Esparza, M., & Montaña, J. (2000). Incidencia de alteraciones ortopédicas en aspirantes a danza. Test de aptitud. *Arch. Med. Dep.*, 17, 507-517.
- Esparza, F., Merin, M., Calvo, M., & Esparza, M. (2004). Alteraciones ortopédicas en aspirantes a la Escuela profesional de danza de Murcia. In L. I. d. d. S.L. (Ed.), *"III Jornadas de Danza e Investigación"* (pp. 13-19). Murcia: Los libros de danza S.L.
- Fehlandt, A., & Micheli, L. (1993). Lumbar facet stress fracture in a ballet dancer. *Spine*, 18(16), 2537-2539.
- Fernández-Palazzi, F., Rivas, S., & Perez, Y. (1992). Lesiones en bailarinas de Ballet Clásico (estudio estadístico de 4 años). *Archivos de Medicina del Deporte*, IX(25), 309-313.
- Fernández Fairén, M. (2000). Biomecánica de la cadera. In Springer (Ed.), *Lecciones básicas de biomecánica del aparato locomotor*; Viladot Voegli, A (pp. 185-196). Barcelona.

- Ficat, P., & Hungerford, D. (1977). *Disorders of the patello-femoral joint*. Baltimore: Williams and Wilkins.
- Finch, C. (2006). A new framework for research loading sports injury prevention. *J Sci Med Sport*, 9, 3-9.
- Frank, C. (1996). Ligament healing: current knowledge and clinical applications. *J Am acad Orthop Surg*, 4, 74-83.
- Frankel, V. (1994). Biomechanics. En: "Rheumatology". Lippel JH, Dieppe PA (Vol. 1). Saint Louis: CV Mosby.
- Gamboa, J., Roberts, L., & Maring, J. (2008). Injury patterns in elite preprofessional ballet dancers and the utility of screening programs to identify risk characteristics. *Journal of Orthopaedic and sports Physical Therapy*., 28(3), 126-136.
- Garret, W. (1996). Muscle strain injuries and repair: currents trends in research. *J Bone Joint Surg Am*, 84, 822-832.
- Garrick, J., & Lewis, S. (2001). Career hazards for the dancer. *Occupational medicine*, 16(4), 609-618.
- Garrick, J., & Recqua, R. (1993). Ballet injuries. An analysis of epidemiology and financial outcome. *The American Journal of Sports Medicine*, 21(4), 586-590.
- Gelabert, R. (1986). Dancer's spinal syndromes. *Journal of Orthopaedic and Sports Physical Therapy*, 7(4), 180-191.
- Gongbing, S. (2005). Comparison of repetitive movements between ballet dancers and martial artist: risk assesment of muscle overuse injuries and prevention strategies. *Sports Medicine*, 13, 67-76.
- Goodfellow, J., Hungerford, D., & Zindel, M. (1966). Patello-femoral joint mechanism and pathology I. Funtional anatomy of the patello-femoral joint. *Journal of Bone and Joint Surgery*, 58(B), 287-290.
- Gottschlich, L., & Young, C. (2011). Spine injuries in dance. *Curr Sports Med Rep*, 10(1), 40-44.
- Grahame, R. (1972). Joint hipermobility-asset or liability? A study of joint mobility in ballet dancers. *Annals of the Rheumatic Diseases*, 31, 109-112.
- Grandjean, E. (1985). *Precis d'ergonomie d'órganization*. In L. e. d'organization (Ed.), *Precis d'ergonomie* (pp. 395-399). Paris: Les editions d'organization.
- Gray, M., Pizzanelli, A., & Grodzinski, A. (1988). Mechanical and physicochemical determinants of the chondrocyte biosynthetic response. *J Orthop Res*, 6, 777-792.
- Gregory, P. (2002). "Overuse" an overuse term? *Br J Sports Med*, 36, 82-83.

- Guilak, F. (1995). Compression-induced changes in the shape and volume of the chondrocyte nucleus. *J Biomech*, 28, 1529-1541.
- Guillen, P., Jimenez Collado, J., Madrigal, J., Concejero, V., & Sobrado, J. (1985). Traumatismos deportivos de la rodilla. *Revista de Ortopedia y Traumatología*, 29(Ib), 295-317.
- Guillén, P. (1997). Defectos condrales. Tratamiento con implante de condrocitos autólogos (ICA) cultivados. In E. M. S.A. (Ed.), *XXIII Symposium Internacional de Trumatología-Ortopedia FREMAP. Traumatismos articulares. Actualización*. (pp. 519-538). Madrid: Fundación Mapfre Medicina.
- Guillén, P., & Concejero, V. (1995). Reflexiones sobre la enfermedad discal lumbar. In F. M. Medicina (Ed.), *Columna Vertebral. Libro del XXI Symposium internacional de Traumatología* (pp. 511-527). Madrid: Fundación Mapfre Medicina.
- Guillén, P., Fernández, T., Guillén, M., & Fernández, A. (2004). Tratamiento de las lesiones musculares. *Revista de traumatología del deporte*, 1(3), 7-11.
- Gómez Barrena, E., Ballester, S., & López, M. (2003). Actividad física en lesiones deportivas del cartílago articular. In Masson (Ed.), *Monografías médico-quirúrgicas SECOT* (Vol. II, pp. 75-85). Barcelona: Masson.
- Gómez Prat, A., & Roca, B. (2000). Biomecánica de la columna vertebral. In Springer (Ed.), *Lecciones básicas de biomecánica del aparato locomotor* (pp. 105-120). Barcelona: Springer.
- Hagins, M., Pappas, E., & Kremenich, I. (2007). The effectt of an inclined landing surface on biomechanical variables during a jumping task. *Clin Biomech (Bristol, Avon)*, 22(9), 1030-1036.
- Hallett, M., & Andrish, J. (1994). Effects of exercise on articular cartilage. *Sport Med Arthrosc Rev.*, 2, 29-37.
- Hamilton, W. (1982). Stenosing tenosynovitis of the flexor hallucis longus tendon and posterior impingement upon the Os-trigonom in Ballet dancers. *Foot and Ankle*, 3(2), 74-80.
- Hamilton, W. (1988). Foot and ankle injuries in dancers. *Clinical Sports Medicine*, 148-173.
- Hamilton, W., Hamilton, L., Marshall, P., & Molnar, M. (1992). A Profile of the musculoskeletal characteristics of elite proffesional Ballet dancers. *The American Journal of Sports Medicine*, 20(3), 267-273.
- Hardaker, W., Erickson, L., & Myeres, M. (1986). The pathogenesis of dance injury. In C. Shell (Ed.), *The dancer as athlete. The 1984 Olimpic Scientific Congress Proceeding* (Vol. 8, pp. 11-28). Los Angeles: Shell, CG.

- Hardaker, W., Margello, S., & Goldner, J. (1985). Foot and ankle injuries in theatrical dancers. *Foot and Ankle*, 6(2), 59-69.
- Hart, D., Frank, C., & Bray, R. (1995). Inflammatory process in repetitive motion and overuse syndrome: potential role of neurogenic mechanism in tendons and ligaments. In F. L. Gordon's SI (Ed.), *Repetitive motion disorders of the upper extremities* (pp. 247-262). Rosemont IL: AAOS.
- Henssinger, R. (1989). Spondylolysis and spondylolisthesis in children and adolescents. *J Bone Joint Surg (Am)*, 71a(7), 1098-1107.
- Hillier, J., Peace, K., & Hulme, A. (2004). MRI features of foot and ankle injuries in ballet dancers. *British Journal of Radiology*, 77, 532-537.
- Hincapié, C., Morton, E., & Cassidy, J. (2008). Musculoskeletal injuries and pain in dancers: A systematic review. *Arch Phys Med Rehabil*, 89(9), 1819-1829.
- Hirsch, C. (1956). The mechanical response in normal and degenerated lumbar disc. *Journal of Bone and Joint Surgery*, 38(A), 242-243.
- Hodgkins, C., & Kennedy, J. (2008). Tendon injuries in Dance. *Clin Sports Med*, 27, 279-288.
- Howse, A. (1972). Orthopaedist in ballet. *Clinical Orthopaedics and related research*, 89, 52-63.
- Howse, A. (1983). Disorders of the great toe in dancers. *Clinics and Sport Medicine*, 2, 525.
- Howse, J. (2002a). Aspectos anatómicos relevantes para el ballet. In Paidotribo (Ed.), *Técnica de la danza y prevención de lesiones* (Primera ed., pp. 52-60). Barcelona: Paidotribo.
- Howse, J. (2002b). Coordinación neuromuscular en el ballet. In Paidotribo (Ed.), *Técnica de la danza y prevención de lesiones*. (Primera ed., pp. 19-20). Barcelona: Paidotribo.
- Howse, J. (2002c). Lesiones específicas: su causa y tratamiento. In Paidotribo (Ed.), *Técnica de la danza y prevención de lesiones* (pp. 100-144). London: A & C Black.
- Hughston, J., & Andrews, J. (1976). Classification of knee instability. The medial compartment and cruciate ligaments. *J Bone Joint Surg*, 58A, 159.
- Hutchinson, MR. (1999). Low Back pain in the elite rhythmic gymnasts. *Medicine and science in sports and exercise*, 31(11), 1686-1688.

- Ippolito, E., Natali, P., Postacchini, F., Accinni, L., & De Martino, C. (1980). Morphological immunochemical and biomechanical study of rabbit Achilles tendon by various ages. *J Bone Joint Surg.*, 62, 583-598.
- Ivkovic, A., Franic, M., & Bojanik, I. (2007). Overuse injuries in female athletes. *Croat Med J*, 48(6), 767-778.
- Jackson, D., & Feagin, J. (1973). Quadiceps contusions in young athletes. Relation of severity of injury to treatment and prognosis. *Journal of Bone and Joint Surgery*, 55(A), 95-105.
- Jeffery, J., & Gregory, D. (1995). Matrix damage and chondrocyte viability following a single impact load on articular cartilage. *Arch Biochem Biophys*, 22, 7-96.
- Jimenez Collado, J., Guillén García, P., & Sobrado Pérez, J. (1994). Anatomía Aplicada. In M. S.A (Ed.), *Rodilla: Morfogénesis, anatomía aplicada, vías de acceso*. (pp. 55-57). Madrid: Editorial Mapfre.
- Jiménez Díaz, J. (2006). Lesiones musculares en el deporte. *Revista Internacional de Ciencias del Deporte*, 3(2), 45-47.
- Johnston, R., & Smidt, G. (1970). Hip motion measurement for selected activities of daily living. *Clin Orthop*, 72, 205-215.
- Jones, H., Priest, J., & Mayes, W. (1977). Humeral hypertrophy in response to exercise. *J Bone Joint Surg*, 59(A), 204.
- Jozsa, L., Kvist, M., & Baliant, B. (1989). The role of the recreational sport activity in Achilles tendon rupture. A clinical pathoanatomical and sociological study of 292 cases. *Am J Sports Med.*, 17, 338-343.
- Junge, A., Rosch, D., & Peterson, L. (2002). Prevention on soccer injuries: a prospective intervention study in youth amateur players. *Am J Sports Med*, 30, 652-659.
- Junghans, H. (1929). Der lumbs clurvinkel. *Centsh Z. Chir.*, 231-233.
- Jurvelin, J., & Kivirianta, I. (1989). Partial restoration of immobilization-induced softening of canine articular cartilage after remobilization of the knee (stifle) joint. *J Orthop Res*, 7, 352-358.
- Järvinen, M., & Letho, M. (1993). The effect of early mobilization and immobilization of the healing process following muscle injuries. *Sports Med*, 15, 78-89.
- Järvinen, T., Järvinen, T., & Kääriäinen, M. (2007). Muscle injuries: optimising recovery. *Best Pract Res Clin Rheumatol*, 21(2), 317-331.
- Järvinen, T., Järvinen, T., Kääriäinen, M., Kalimo, H., & Järvinen, M. (2005). Muscle injuries. Biology and treatment. *Am J Sports Med*, 33(5), 745-764.

- Kadel, N. (2006). Foot and ankle injuries in dance. *Phys Med Rehabil Clin N Am*, 17, 813-826.
- Kadel, N., Boenish, M., Teitz, C., & Trepman, E. (2005). Stability of Lisfrane joint in ballet point position. *Foot and Ankle (Int)*, 26(5), 394-400.
- Kadel, N., Teitz, C., & Kronmal, R. (1992). Stress fractures in ballet dancers. *American Journal of Sports Medicine*, 20(4), 445-449.
- Kalimo, H., Rantanen, J., & Jarvinen, M. (1997). Muscle injuries in sports. *Balleries Clin Orthop*, 2, 1-24.
- Kannus, P. (1997). Tendon injuries and other tendon disorders in sport and exercise. *Sports Science and Medicine*, 7, 53-121.
- Kapandji, I. (1984). Raquis lumbar. In Masson (Ed.), *Cuadernos de fisiologia articular*. (Vol. 3, pp. 76-130). Barcelona: Masson.
- Kaplan, S., Glickel, S., & Eaton, R. (1990). Predictive factors in the non-surgical treatment of carpal tunnel syndrome. *Journal of Hand Surgery*, 15(B), 106-108.
- Kasdan, M. (1993). Occupational Diseases. In W. Saunders (Ed.), *Occupational diseases of the hand* (Vol. 9, pp. 1-380). Philadelphia: WB Saunders.
- Khan, K., Brown, J., Vass, N., Crichton, K., Alexander, R., Boxter, A., Butler, M., Wark, J. (1995). Overuse injuries in classical ballet. *Sports Medicine*, 19(5), 341-357.
- Kingma, J., Knikker, R., & Wittink, H. (2007). Eccentric overload training in patients with chronic Achilles tendinopathy: a systematic review. *Br J Sports Med*, 41(e3).
- Kiviranta, I., Jurvelin, J., & Tammi, M. (1987). Weight-bearing controls glycosaminoglycan concentration and articular cartilage thickness in the knee joints of young beagle dogs. *Arthritis Rheuman*, 30, 801-809.
- Kjaer, M. (2004). Adaption of tendons to physical exercise. *Dt Z Sportmed*, 55, 148-151.
- Kjaer, M., & Langber, H. (2005). Metabolic activity and collagen turnover in human tendon in response to physical activity. *J Musculoskeletal Neuronal Interact*, 5, 41-52.
- Kongsgaard, M., & Aagaard, P. (2005). Structural achilles tendon properties in athletes subjected to different exercise modes and in achilles tendon rupture patients. *J Appl Physiol*, 99, 1965-1971.
- Kongsgaard, M., & Aagaard, P. (2006). Decline excentric squats increaes patellar tendon loading compared to standard eccentric squats. *Clin Biomech (Bristol, Avon)*, 21, 748-754.

- Kouledakis, Y., & Jamurtas, A. (2004). The dancer as a performing athlete: physiological considerations. *Sports Med*, 34(10), 651-661.
- Kouvalchouk, J. (1987). Hypersollicitation articulaire: remaniements osseux et osteocartilagineux de la tibio-tarsienne. In Masson (Ed.), *Microtraumatologie du sport*. Rodineau, J; Simon, L (pp. 204-216). Paris: Masson.
- Kouvalchouk, J. (2003). *Ressauts de hanche*. In E. SAS (Ed.), *Encyc Med Chir* (Vol. 14-320, pp. 1-9). Paris: Elsevier SAS.
- Kraushaar, B., & Nirschl, R. (1999). Tendinosis of the elbow. Clinical features and findings of histological, immunohistochemical, and electron microscopy studies. *J Bone Joint Surg (Am)*, 81, 259-278.
- Kujala, U., Orava, S., & Järvinen, M. (1997). Hamstring injuries: current trends in treatment and prevention. *Sports Med*, 23, 397-404.
- Kummer, B. (1962). Gait and posture under normal conditions with special reference to the lower limbs. *Clinical Orthopaedics and related research*, 25, 32.
- Lamb, D. (1978). Estructura y función del músculo esquelético. Tipos de fibras musculares. In M. M. P. Co (Ed.), *Fisiología del ejercicio. Respuestas y aplicaciones* (pp. 29-58). New York: MC Millan Publishing Co.
- Langberg, H., Skovgaard, D., Karamoudis, M., Bulow, J., & Kjaer, M. (1999). Metabolism and inflammatory mediators in the paratendinous space measured by microdialysis during intermittent isometric exercise in humans. *J Physiol*, 515(3), 909-927.
- Larsen, E. (1986). Snapping hip. *Actha Orthop Scand*, 57, 168-170.
- Larsen, J. (1991). Tnnis injuries incidence and pattern. *Ugeskr laeger*, 153(48), 3398-3399.
- Leadbetter, W., Buckwalter, J., & Gordon, S. (1990). *Sports induced inflammation*. Park Ridge III: A.A.O.S. Park Ridge.
- Leandersson, C., Leanderson, J., Wykman, A., Strender, L. E., Johansson, S. E., & Sundquist, K. (2011). Musculoskeletal injuries in young ballet dancers. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*, 19(9), 1531-1535.
- LLanos Alcazar, L., Rojo González, J., Alvarez Sainz, J., & Viladot Pericé, A. (1997). Lesiones deportivas. El pie en la danza. In Masson (Ed.), *Biomecánica, medicina y cirugía del pie* (pp. 303-315). Barcelona: Masson.
- Long, G., Cooper, J., & Gibbon, W. (1999). Magnetic Resonance imaging of injuries in the child athlete. *Clinic Radiol*, 54, 781-791.

- Lozano, S., Santonja, F., & Vargas, A. (2008). El dolor de espalda en el baile flamenco y la danza clásica. *Revista del Centro de investigación del flamenco Telethusa*, 1(1), 13-15.
- Lozano, S., & Vargas, A. (2010). El en-dehors en la danza clásica: mecanismos de producción de lesiones. *Revista del Centro de investigación del flamenco Telethusa*, 3(3), 4-8.
- Maffulli, N., Ewen, S., Waterston, S., Reaper, J., & Barrass, V. (2000). Tenocytes from ruptured and tendinopathic achilles tendon produce greater quantities of type III collagen than tenocytes from normal achilles tendon. An in vitro model of human tendon healing. *Am J Sports Med*, 28, 499-505.
- Maffulli, N., Wong, J., & Almekinders, L. (2003). Types and epidemiology of tendinopathy. *Clin Sports Med*, 22, 675-692.
- Malaviya, P., Butler, D., Korvick, D., & Proch, F. (1998). In vivo tendon forces correlate with activity level and remain bounded: evidence in a rabbit flexor tendon model. *J Biomech*, 31, 1043-1049.
- Markey, K. (1987). Stress fractures. *Clinical Journal of Sports Medicine*, 6, 405-425.
- Marotta, J., & Micheli, L. (1992). Os trigonum impingement in dancers. *The American Journal of Sports Medicine*, 20(5), 533-536.
- Marr, S. (1983). The Ballet foot. *Journal of the American Podiatric Medical Association*, 73(3), 124-132.
- Mayer, L. (1919). Snapping hip. *Surgery, Gynecology and Obstetrics*, 29, 425-428.
- Mc Connell, J. (1986). The management of chondromalacia patellae: a long-term solution. *American Journal of Physiotherapy*, 32(4), 215-223.
- Melhorn, J. (1998). Cumulative Trauma Disorders and Repetitive Strain Injuries. "The future". *Clinical Orthopaedics and related research*, 351, 107-126.
- Micheli, L. (1983). Back injuries in dancers. *Clinical Sports Medicine*, 2(3), 473-484.
- Micheli, L., Guillispie, W., & Walaszek, A. (1984). Physiologic profiles of female professional ballerinas. *Clinics and Sport Medicine*, 3(1), 199-208.
- Micheli, L., Sohn, R., & Solomon, R. (1985). Stress fractures of the second metatarsal involving Lisfranc's joint in ballet dancers. a new overuse injury of the foot. *The journal of bone & joint surgery*, 67A(9), 1372-1375.
- Micheli, M., & Solomon, R. (2007). Treatment of recalcitrant iliopsoas tendinitis in athletes and dancers with corticosteroid injection under fluoroscopy. *Journal of Dance Medicine & Science*, 1-5.

- Milan, K. (1994). Injury in Ballet: A review of relevant topics for the physical therapist. *Journal of Orthopaedic and Sports Physical Therapy*, 19(2), 121-129.
- Miralles, R., & Puig, M. (1998). Cadera. In Masson (Ed.), *Biomecánica clínica del aparato locomotor* (pp. 211-223). Barcelona.
- Morelli, U., & Smith, V. (2001). Groin injuries in athletes. *Am Fam Phys*, 64, 1405-1414.
- Mostardi, R. (1983). Musculoskeletal and cardiopulmonary characteristics of the professional ballet dancer. *Physician and Sports Medicine*, 14, 53-61.
- Murphy, D., Connolly, D., & Beynon, D. (2003). Risk factors for lower extremity injury: a review of the literature. *Br J Sports Med*, 37, 13-29.
- Nachemson, A. (1976). The lumbar spine. An orthopaedic challenge. *Spine*, 1, 59-71.
- Nachemson, A., & Morris, J. (1964). In vivo measurements of intradiscal pressure. Discometry, a method for the determination of pressure in the lower lumbar discs. *Journal of Bone and Joint Surgery*, 46(A), 1077-1092.
- Nardi, J., & Combalia, A. (2001.). Biomecánica del tendón. In S.-V. Ibérica (Ed.), *Lecciones básicas del aparato Locomotor*. Viladot Voegli. (pp. 67-83.). Barcelona.
- Negus, V., Hopper, D., & Briffa, N. (2005). Associations between turnout and lower extremity injuries in classical ballet dancers. *Journal of Orthopaedic and Sports Physical Therapy*, 35(5), 307-318.
- Nicholas, J. (1976). Risks factors, sport medicine and the orthopaedic system: An overview. *American Journal Sports Medicine*, 3, 243.
- Niemuth, P., Johnson, R., Myers, M., & Thieman, T. (2005). Hip muscle weakness and overuse injuries in recreational runners. *Clin J Sport Med*, 15(1), 14-21.
- Nilsson, C., Leanderson, J., Wykman, A., & Strendler, L. (2001). The injury panorm in a Swedish professional ballet company. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*, 9(4), 242-246.
- Noonan, T., & Garrett, W. J. (1999). Muscle Strain injury: diagnosis and treatment. *Journal of the American Academy of Orthopaedic Surgeons*, 7(4), 262-269.
- Noyes, F. (1977). Functional properties of knee ligaments and alterations induced by immobilization. *Clin Orthop.*, 123, 210-242.
- Núñez Samper, M. (1997). Síndrome de sobrecarga del primer radio. In Masson (Ed.), *Medicina, cirugía y medicina del pie* (pp. 226-231). Barcelona: Masson.
- Ogilvie-Harris, D., Carr, M., & Fleming, P. (1995). The foot in baller dancers. The importance of second toe length. *Foot and Ankle*, 16(3), 144-147.

- Olsen, O., & Myklebust, G. (2002). Exercise to prevent lower limb injuries in youth sports: cluster randomised controlled trial. *Br J Sports Med*, 30, 652-659.
- Orchard, K. (2003). Management of muscle and tendon injuries in footballers. *Australian Family Physician*, 32, 489-493.
- O'Malley, M., Hamilton, W., Huniak, J., & De Franco, MJ. (1996). Stress fractures at the base of the second metatarsal in ballet dancers. *Foot and Ankle*, 17(2), 89-94.
- O'Kane, M., & John, W. (1999). Anterior hip pain. *Am Fam Phys*, 60(6), 1687-1696.
- Am Fam Physician*. 1999 Oct 15;60(6):1687-1696
- Paoloni, J., Murrell, G., Burch, R., & Ang, R. (2009). Randomised, double-blind, placebo-controlled clinical trial of a new topical glyceryl trinitrate patch for chronic lateral epicondylitis. *Br J Sports Med*, 43, 299-302.
- Pappacena, F. (2003). *Teoría de la danza clásica. Posizioni, pose, parts de brass* (G. editore. Ed. 2ª ed. Vol. 1). Milan.
- Petersen, J., & Hölmich, P. (2005). Evidence based prevention of hamstring injuries in dance. *Br J Sports Med*, 39(6), 319-323.
- Peterson, L. (1986). *Sports injuries. Their prevention and treatment*. Chicago: Year Book Medical.
- Pintos, L., Lommi, E., & Diaz, C. (1990). Lesiones más frecuentes. In L. A. Editorial (Ed.), *La Danza, su técnica y lesiones más frecuentes* (Vol. 1, pp. 179-215). Buenos Aires: Librería Akadia Editorial.
- Quirk, K. (1987). The dancer's Knee. In A. Ryan & R. Stephens (Eds.), *Dance Medicine: A Comprehensive guide* (pp. 179-219). Chicago: Pluribus Press INC.
- Quirk, R. (1983). Ballet injuries: The Australian experience. *Clinical Sports Medicine*, 2(3), 507-514.
- Radin, E., Martin, R., & Burr, D. (1984). Effect of mechanical loading on the tissues of the rabbit knee. *J Orthop Res*, 2, 221-234.
- Ramiro, A., Loring, T., Pérez, J., & Henares, J. (1996). Lesiones deportivas de esfuerzo. Nuestro concepto y clasificación patogénica. In F. M. M. E. Mapfre (Ed.), *Libro del XXII sposium Internacional de Traumatología Ortopedia FREMAP* (pp. 15-23). Madrid: Fundación Mapfre Medicina. Editorial Mapfre.
- Reid, D. (1988). Prevention of hip and knee injuries in Ballet dancers. *Sports Medicine*, 6(5), 295-307.

- Reid, D., Burnham, RS, Saboe, L., & Kushner, S. (1987). Lower extremity flexibility patterns in classical Ballet dancers and their correlation to lateral hip and knee injuries. *American Journal of Sports Medicine*, 15(4), 347-352.
- Renander, A. (1924). Two cases of typical osteochondropaty of the medial sesamoid bone of the first metatarsia. *Acta Radiologica*, 3, 521.
- Renstrom, P., & Kannus, P. (1991). Prevention of the sports injuries. In S. RH (Ed.), *Sports Medicine* (pp. 307-309). Philadelphia: WB Saunders.
- Reyna, F. (1981). *Historia del Ballet*. Barcelona: Ed. Daimon.
- Riley, G. (2004). The pathogénesis of tendinopathy: a molecular perspective. *Rheumatology (Oxford)*, 43, 131-142.
- Robert, T., Marsh, R., & Wryand, P. (1997). Muscular force in running turkeys: the economy of minimizing work. *Science*, 275, 1113-1115.
- Rodineau, J., & Saillant, G. (1992). Les enthésopathies tendineuses en pathologie du sport 1^a part. *J Traumatol Sport*, 9, 155-172.
- Rodriguez, D., & Sanz, I. (2008). Incidencia de lesiones en el pie del bailarín. *Revista Internacional de Ciencias Podológicas*, 2(2), 13-17.
- Rovere, G., Webb, L., Gristina, A., & Vogel, J. (1983). Musculoskeletal injuries in theatrical dance students. *American Journal of Sports Medicine*, 11(4), 195-198.
- Safran, M., Kim, H., & Zaffagnini, M. (2008). Advances in Therapeutics and diagnostics: The use of scaffolds in the management of articular cartilage injury. *Journal of the American Academy of Orthopaedics Surgeons*, 1(6), 306-311.
- Salvanetti, A., & Puddu, G. (1997). Overuse tendon injuries: basic science and clasification. *Operative Tech Sports Med*, 5, 110-117.
- Sammarco, G. (1983). The dancer's hip. *Clinical Sports Medicine*, 2(3), 485-498.
- Sammarco, G., & Miller, E. (1982). Forefoot conditions indancers. Part I and II. *Foot and Ankle*, 3, 85-98.
- Sammarco, J. (1984). Diagnosis and treatment in dancers. *Clinical Orthopaedics and related research*, 187, 176-187.
- Santonja, F., Ferrer, V., Rasines, J., Pastor, A., Garcés, G., & Meseguer, L. (1996). Epidemiología de las lesiones deportivas. In E. Mapfre (Ed.), *Lesiones deportivas. Libro del XXII Simposium Internacional de Traumatología Ortopedia FREMAP* (pp. 25-64). Madrid: Fundación Mapfre Medicina.
- Schaberg, J., & Harper, M., Allen, WC. (1984). The snpping hip syndrome. *American Journal of Sports Medicine*, 12(5), 361-365.

- Seals, J. (1983.). A study of dance surfaces. *Clinics in Sports Medicine*, 2(3), 557-561.
- Sharkey, N., Ferris, L., & Smith, T. (1995). Strain and loading of the second metatarsal during heel-lift. *Journal of Bone and Joint Surgery (Am)*, 77, 1050-1057.
- Sharma, P., & Maffulli, N. (2005). Tendon injury and tendinopathy: healing and repair. *J Bone Joint Surg Am*(87), 187-202.
- Shell, C. (1986). The dancer as athlete. In C. Shell (Ed.), *The dancer as athlete. The 1984 Olympic Scientific Congress Proceedings* (Vol. 8, pp. 3-5). Los Angeles: Shell, CG.
- Shepard, R. (2005). Towards an evidence based prevention of sports injuries. *Inj Prev*, 11, 65-66.
- Skinner, J., Jaskolski, A., Jaskolsa, A., Krasnoff, J., Gagnon, J., Leon , A., Rao , D., & Bouchard, C. (2001). Age, sex race, initial fitness, and response to training: The heritage family study. *Journal of Applied Physiology*, 90, 1770-1776.
- Slocum, D., & James, S. (1968). Biomechanics of running. *JAMA*, 205, 721-728.
- Sobrino, F. (2003). Patología Crónica Acumulativa por Microtraumatismos de Repetición: nueva definición, patogenia, clínica general, factores de riesgo, controversias. *Mapfre Medicina*, 14(2), 125-133.
- Sobrino, F., & Guillén, P. (1996). Lesiones en el ballet. Estudio epidemiológico. In F. M. Medicina (Ed.), *Lesiones deportivas. Libro del XXII Simposium Internacional de Traumatología Ortopedia Fremap*. (pp. 73-120). Madrid: Fundación Mapfre Medicina.
- Sobrino, F., Sanz, A., Garde, J., García-Tena, J., Timmermans, R., & Guillen, P. (1999). Microtraumatismos de repetición. Factores de Riesgo. In F. M. Medicina (Ed.), *Libro del XXV Simposium Internacional de Traumatología Ortopedia Fremap* (pp. 649-671). Madrid: Fundación Mapfre Medicina.
- Solomon, R., Micheli, L., & Solomon, J. (1995). The cost of injuries in a professional ballet company. Anatomy of season. *Med Probl perform artist*, 10, 3-10.
- Solomon, R., Solomon, J., & Micheli, L. (1999). The cost of injuries in a professional ballet company. A five years study. *Med Probl Perform Artist*, 14, 164-169.
- Soriano, A. (1996). Epidemiología de las lesiones traumáticas en baloncesto. In F. M. M. E. Mapfre (Ed.), *Lesiones deportivas. Libro del XXII Symposium Internacional de Traumatología Ortopedia FREMAP* (pp. 25-63). Madrid: Fundación Mapfre Medicina. Editorial Mapfre.
- Staron, R. (1997). Human skeletal muscle fiber-types: Delineation, development and distribution. *Can J Appl Physiol*, 22, 307-327.

- Tamburrini, O., Porpiglia, H., Barresi, D., Bertucci, B., & Consola, D. (1999). The role of RM in the diagnosis of the os trigonum syndrome. *Radiol Med*, 98(6), 462-467.
- Teitz, C., Garrett, W., Miniaci, A., Lee, M., & Mann, R. (1997). Tendons problems in athletic individuals. In S. DS (Ed.), *American Academy of Orthopaedic Surgeons. Instructional Course lectures XLVII* (pp. 569-582). St. Louis: CV Mosby.
- Thacker, S., & Gilchrischt, J. (2004). The impact of the stretching on sport injury risk: a systematic review of the literature. *Med Sci Sports Exerc*, 36, 371-378.
- Trickey, W., Lee, G., & Guilak, F. (2000). Viscoelastic properties of chondrocytes from normal and osteoarthritic human cartilage. *J Orthop Res*, 18, 891-898.
- Turmo, A. (2005). Biomecánica de la lesión muscular. In Masson (Ed.), *Patología muscular en el deporte. Diagnóstico, tratamiento y recuperación funcional* (pp. 23-26). Barcelona: Masson.
- Van Mechelen, W., Hlobil, H., & Kemper, H. (1992). Incidence, severity, etiology and prevention of sports injuries. *Sports Medicine*, 14, 82-99.
- Van Mechelen, W., Hlobil, H., Kemper, H., Voorn, W., & De Jongh, R. (1993). Prevention of running injuries by warm-up, cool-down and stretching exercises. *American Journal of Sports Medicine*, 21(5), 711-719.
- Viladot, A., & Lorenzo, C. (2000). Biomecánica del hueso. In Springer (Ed.), Viladot Voegli, *lecciones básicas en biomecánica del aparato locomotor*. (pp. 41-52). Barcelona.
- Viladot, A., Viladot, AJr. (1989). Anatomía funcional del pie. In Toray (Ed.), *Tratado de cirugía III*. Balibrea JL (Vol. 1, pp. 3617-3630). Barcelona: Toray.
- Viladot, P. (1997). Síndrome de Insuficiencia del primer radio. In Masson (Ed.), *Biomecánica, medicina y cirugía del pie*. "M Nuñez Amper y Llanos Alcazar LF (pp. 226-231). Barcelona: Masson.
- Viladot Voegli, A. (2000a). Biomecánica de la rodilla. In Springer (Ed.), *Lecciones básicas de biomecánica del aparato locomotor* (pp. 197-211). Barcelona.
- Viladot Voegli, A. (2000b). Biomecánica del pie. In Springer (Ed.), *Lecciones básicas de biomecánica del aparato locomotor* (pp. 221-241). Barcelona.
- Viladot Voegli, A. (2000c). Biomecánica del tobillo. In Springer (Ed.), *Lecciones básicas de biomecánica del aparato locomotor* (pp. 213-220). Barcelona.
- Viladot Voegli, A., & Lorenzo Roldán, J. (2000). La articulación. In Springer (Ed.), *Lecciones básicas de biomecánica del aparato locomotor*. (pp. 53-66). Barcelona.

- Walden, M., Haaglund, M., & Ekstrand, J. (2005). Injuries in Swedish elite football_a prospective study on injury definitions, risk for injury pattern during 2001. *Scand J Medicine Science Sports*, 15(2), 118-125.
- Walls, R., Brennan, S., & Hodnett, P. (2010). Overuse nkle injuries in professional irish dancers. *Foot Ankle Surg*, 16(1), 45-49.
- Wang, J., Iosifidis, M., & Fu, F. (2006). Biomechanical basis for tendinopathy. *Clinic Orthop Relat Res*(443), 320-332.
- White, A., & Panjabi, M. (1990). *Clinical biomechanics of the spine*. Philadelphia: J.B. Lippincott.
- Wiberg, G. (1941). Roentgenographic and anatomic studies on the femoropatellar joint, with special reference to chondromalacie patellae. *Actha Orthop Scand*, 12, 319-324.
- Williams, J. (1986). Achilles tendon lesions in sport. *Sports Med*, 3, 114-115.
- Willmore, J., & Costill, D. (2007). Control muscular del movimiento. In Paidotribo (Ed.), *Fisiología del esfuerzo y deporte* (6ª ed., pp. 33-61). Barcelona: Human Kinetic Publishers, Inc.
- Winston, P., & Raza, M. (2007). Clinical examination and ultrasound of self-reported snapping hip syndrome in elite ballet dancers. *The American Journal of Sport Medicine*, 35(1), 118-126.
- Witvrouw, E., Danneels, L., Asselman, P., D'Have, T., & Cambier, D. (2003). Muscle flexibility as a risk factor for devolving muscle injuries in male professional soccer players. A prospective study. *Am J Sports Med*, 31(1), 41-46.
- Wolfhart, D., & Bullock, M. (1983). Turnout in Ballet and its effect on the knee joint. In M. a. B. Howell, MI (Ed.), *Phisiotherapy in Sport* (pp. 77-81). Santa Lucía: University of Queensland.
- Woo, S., Gomez, M., & Woo, Y. (1982). Mechanical properties of tendons and ligaments.II The relationship of immobilization and exercise on tissue remodelling. *Biotechnology*, 19, 397-408.
- Wredmark, T., Carltedt, C., Bauer, H., & Saartok, T. (1991). Os trigonum sindrome: a clinical entity in ballet dancers. *Foot and Ankle*, 11(6), 404-406.
- Young, J., Kanta, S., & Mafulli, N. (2005). Achilles tendon rupture and tendinopathy: management of complications. *Foot and ankle Clin*, 10, 371-382.
- Young Park, D., & Chou, L. (2006). Stretching for prevention of achilles tendon injuries: A review of the literature. *Foot & ankle Int*, 1086-1095.
- Zetaruk, M. (2000). The young gymnast. *Clinical Sports Medicine*, 19(4), 757-780.

Zurita, N., & Álvarez, E. (2003). Lesiones en natación: Estudio epidemiológico del equipo nacional junior de la Real Federación Española de Natación. *Revista de Traumatología del deporte*, 1(2), 7-12.